

SÉRIE A N° 826

N° D'ORDRE
1622

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

ALBERT VÉCHOT

PROFESSEUR AU LYCÉE DE CHERBOURG

1^{re} THÈSE. — Études anatomiques sur la tribu des Trifoliées.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 18⁷ juin 1920 devant la Commission d'examen.

MM. G. BONNIER. Président.

GENTIL. . . }
HÉROUARD . } Examineurs.

NEMOURS

IMPRIMERIE NEMOURIENNE, HENRI BOULOY

1920

SÉRIE A N° 826

N° D'ORDRE
1622

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

ALBERT VÉCHOT

PROFESSEUR AU LYCÉE DE CHERBOURG

1^{re} THÈSE. — Études anatomiques sur la tribu des Trifoliées.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 1920 devant la Commission d'examen.



MM. G. BONNIER. Président.

GENTIL. . . }
HÉROUARD . . } Examineurs.

NEMOURS

IMPRIMERIE NEMOURIENNE, HENRI BOULOY

1920

Faculté des Sciences de l'Université de Paris

MM.

Doyen F. HOUSSAY, *Professeur* Zoologie.
Doyen honoraire . . . P. APPELL, *Professeur* Mécanique analytique et Mécanique céleste.

Professeurs honoraires. { P. POISEUX.
VÉLAIN.
BOUSSINESQ.

Professeurs { LIPPMANN..... Physique.
BOUTY..... Physique.
E. PICARD..... Analyse supérieure et algèbre supérieure.
Y. DELAGE..... Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
Gaston BONNIER..... Botanique.
KOENIGS..... Mécanique physique et expérimentale.
GOURSAT..... Calcul différentiel et calcul intégral
HALLER..... Chimie organique.
JOANNIS..... Chimie (Enseignement P. C. N.).
JANET..... Physique.
WALLERANT..... Minéralogie.
ANDoyer..... Astronomie.
PAINLEVÉ..... Mécanique rationnelle.
HAUG..... Géologie.
H. LE CHATELIER .. Chimie.
Gabriel BERTRAND.. Chimie biologique.
M^{me} P. CURIE..... Physique générale.
CAULLERY..... Zoologie (Evolution des êtres organisés).
C. CHABRIÉ..... Chimie appliquée.
C. URBAIN..... Chimie.
Emile BOREL..... Théorie des fonctions.
MARCHIS..... Aviation.
Jean PERRIN..... Chimie physique.
G. PRUVOT..... Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
MATRUCHOT..... Botanique.
ABRAHAM..... Physique.
CARTAN..... Calcul différentiel et calcul intégral.
Cl. GUICHARD..... Géométrie supérieure.
MOLLIARD..... Physiologie végétale.
LEBESGUE..... Application de l'analyse à la géométrie.
LAPICQUE..... Physiologie.
GENTIL..... Géographie physique.
VESSIOT..... Mathématiques générales.
N..... Histologie.
N..... Physique mathém. et calcul des probabilités.

Professeurs-adjoints. { LEDUC..... Physique.
HÉROUARD..... Zoologie.
Léon BERTRAND.... Géologie.
RÉMY PERRIER..... Zoologie (Enseignement P. C. N.).
COTTON..... Physique.
LESPIEAU..... Chimie.
SAGNAC..... Physique (Enseignement P. C. N.).
PÉREZ..... Zoologie (Evolution des êtres organisés).

Secrétaire D. TOMBECK.

A mon Maître

Monsieur GASTON BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

Professeur de Botanique à la Sorbonne.

Hommage très respectueux
et très affectueusement reconnaissant.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547121_0003

AVANT-PROPOS

Le présent travail a pour objet d'étudier, au point de vue anatomique, les genres Ononis, Medicago, Trigonella, Melilotus et Trifolium appartenant à la tribu des Trifoliées.

J'avais d'abord été amené à m'occuper de la constitution anatomique et de la déhiscence du fruit dans le genre Medicago. Mes premiers résultats furent consignés en un Mémoire spécial (Sur la structure anatomique et la déhiscence des fruits du genre Medicago, Paris, 1911).

On trouvera ici de nombreux compléments à l'étude de cette question : des fruits de nouvelles espèces ont été étudiés et l'examen des fruits des espèces précédemment passées en revue a souvent été complété et poussé plus loin. Enfin, il a été fait une étude anatomique, non seulement du genre Medicago, mais aussi des autres genres précités de Trifoliées. Nous avons examiné surtout la tige et la racine ; mais nous nous sommes attachés, parfois aussi, à la structure du pétiole ou encore du pédoncule du fruit (chez les Ononis). Nous nous sommes occupés également de la constitution anatomique du fruit chez quelques Trigonelles.

Je commencerai d'abord par adresser à M. Gaston Bonnier, mon maître, au Laboratoire de qui ce travail a été exécuté, et qui m'a suggéré l'idée de l'entreprendre, l'expression de ma respectueuse et inaltérable reconnaissance pour toute la bonté et tout l'intérêt qu'il n'a cessé de me témoigner.

Je remercierai ensuite toutes les personnes qui ont bien voulu s'intéresser à mon travail, en me fournissant des matériaux d'étude ou en mettant à ma disposition des instruments, des documents utiles, etc., en particulier : MM. Costantin, professeur au Muséum ; Lucet (1), Bonnet et Gagnepain, assistants au Muséum ; Gridel, directeur du jardin botanique de Montpellier ; Gérard, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon ; Beille, professeur à l'Ecole de pharmacie de Bordeaux ; Richard, professeur-adjoint au lycée d'Angers ; Mahoux, professeur d'agriculture au collège de Castelnaudary.

(1) M. Lucet a été enlevé à la Science française depuis que ces lignes ont été écrites.

LA TRIBU DES TRIFOLIÉES

On s'accorde très généralement à reconnaître six genres dans la tribu des Trifoliées.

Ce sont les suivants. Ils correspondent à 460 espèces environ :

Medicago L.

Ononis L.

Trifolium L.

Melilotus Juss.

Trigonella L.

Parochetus Hamilt.

En particulier, ces 6 genres sont indiqués comme constituant la tribu des Trifoliées par Taubert qui s'est chargé de la monographie des Légumineuses dans « *Die natürlichen Pflanzenfamilien* » de Engler et Prantl.

Le genre *Parochetus* qui ne comprend qu'une seule espèce (*Parochetus communis* Hamilt.) se trouve dans les régions montagneuses de l'Asie centrale et de l'Afrique orientale. Par conséquent, la tribu presque toute entière habite les régions tempérées de l'Europe et de l'Afrique.

Un premier pôle de la tribu est constitué par l'Europe méridionale (y compris la région méditerranéenne et l'Asie Mineure). De là, elle remonte vers le Nord, en Europe, recouvre l'Europe centrale et arrive jusqu'en Scandinave. Un autre pôle existe dans le Nouveau-Monde, en Californie. De là, les Trifoliées gagnent d'une part le Centre et le S.-W. des Etats-Unis et d'autre part, l'Amérique du Sud, où elles offrent une très large dispersion.

D'une manière générale, ces plantes se rencontrent avec le maximum d'abondance, au voisinage des côtes et dans les régions tempérées déjà assez chaudes ; elles tendent à disparaître vers les régions froides.

ÉTAT ANTÉRIEUR DE LA QUESTION

Les recherches anatomiques détaillées effectuées systématiquement sur les différents genres et espèces de Trifoliées ne sont pas très nombreuses.

Nous trouvons par contre beaucoup d'études fragmentaires sur tel ou tel point de l'anatomie, des travaux de systématique, de morphologie, de classification.

Nous allons passer en revue la littérature relative à la question. Nous n'insisterons particulièrement que sur les travaux directement en rapport avec notre étude sur l'anatomie des Trifoliées. Nous laisserons de côté, pour le moment, l'historique de la partie de ce travail relative à la déhiscence du fruit des Luzernes.

Ce point sera traité avec tout l'ensemble de cette question dans le chapitre qui lui est spécialement consacré. Nous adopterons dans l'exposé qui va suivre, autant que possible, l'ordre historique.

Petit (*Pétiole in Mem. Soc. Sc. Phys. et. Nat. de Bordeaux*, S. III, T. III, 1887, p. 271-287 et *Pétiole in Act. Soc. Linn. de Bordeaux*, T. XLIII, 1889, p. 23-24) examine le pétiole de la feuille chez un certain nombre de Papilionacées. Il fait observer que la structure du pétiole est fréquemment en rapport avec la nature herbacée ou ligneuse de la plante ; chez des plantes annuelles en particulier, comme *Trifolium* fait-il remarquer, elle est caractérisée par un arc de faisceaux conducteurs isolés (1).

Saupe étudiant le bois des Légumineuses (*Anat. Bau. d. Holzes, der Legum etc. in Flora*, 1887, p. 259, 275, 295, 307 et 323) signale la largeur des rayons médullaires chez *Ononis fruticosa* L. où ils atteignent huit cellules de large, ce qui n'est pas très fréquent ; les rayons médullaires des Papilionacées étant ordinairement étroits et comprenant seulement une à trois rangées cellulaires. (Voyez Solereder, *Systematische Anatomie der Dicotyledonen*, Jéna 1899).

Vers la même époque, Jännicke (*Papilionacæ in Wigand Bot. Hefte I*, 1885, p. 52-80) avait étudié d'une manière générale les tiges des Papilionacées herbacées, particulièrement au point de vue de la disposition des faisceaux conducteurs et de la constitution du tissu interfasciculaire.

Jännicke distingue une série de types auxquels se rattachent ceux qui suivent.

(1) Nous signalerons également antérieurement à ce travail celui de Martinet (*Organes de sécrétion in Ann. Sc. nat. Série V, T. XIV 1872, pl. 14, fig. 182*), qui a étudié les poils glandulaires de l'*Ononis serrata*, Forsk, *Ononis spinosa* L. Il les décrit comme étant constitués d'une queue formée d'une seule file de cellules et d'une petite tête ellipsoïdale, partagée par une cloison horizontale et une cloison verticale.

Le premier comprend la plupart des espèces de *Trifolium*. Il est caractérisé par l'union des faisceaux vasculaires par du tissu interfasciculaire, constitué par du sclérenchyme parenchymateux et aussi par la correspondance des faisceaux vasculaires ligneux au groupe de « liber dur » ou liber compact (Hartsbast).

L'auteur signale ensuite un type caractérisé par un tissu de position intra-cambiale et inter-fasciculaire et formé par du sclérenchyme parenchymateux (chez les genres *Coronilla*, *Ornithopus*, *Scorpiurus*, *Securigera* et chez *Onobrychis sativa* chez qui se présentent, en outre, des petits faisceaux intermédiaires (Zwischenbündeln).

Un autre type de structure indiqué encore par Jännicke a pour caractéristique un tissu interfasciculaire dans la même position que tout à l'heure, mais consistant en prosenchyme et parenchyme, tous deux parenchymateux.

Il le signale chez les genres de Trifoliées : *Medicago*, *Melilotus*, *Ononis*, *Trigonella* (et en dehors de cette tribu, chez les genres *Astragalus*, *Astrolobium*, *Biserrula*, *Coronilla*, *Galega*, *Hippocrepis*, *Lotus*). Enfin, d'après Jännicke, chez *Dorycnium*, le tissu interfasciculaire en position intra-cambiale est constitué uniquement de fibres sclérenchymateuses.

Plitt et Petit, surtout le dernier, ont examiné la structure du pétiole des Légumineuses. D'après leurs recherches, le système fibrovasculaire y est disposé, tantôt en forme d'arc, tantôt en un cercle de faisceaux conducteurs, soit isolés, soit fondus les uns avec les autres. Au système principal sont adjoints, à droite et à gauche de la nervure médiane, quelquefois un ou deux faisceaux conducteurs isolés. De plus, la structure du pétiole est dans beaucoup de cas en rapport avec la nature herbacée ou ligneuse de la plante. Ainsi, des espèces annuelles de Trèfles posséderont comme caractéristique anatomique du pétiole un arc de faisceaux conducteurs isolés ; des plantes vivaces et de plus haut port (comme *Galega officinalis*) ou des espèces annuelles un arc de faisceaux conducteurs isolés ; des plantes grimpantes telles que *Phaseolus* un cercle de faisceaux isolés ; des arbrisseaux tels que *Amorpha fruticosa* et *Glycyrrhiza glabra*, un anneau vasculaire sectionné en trois gros fragments ; enfin des arbres (*Robinia toluifera*) ou des plantes

grimpantes ligneuses (*Glycine sinensis*) un anneau de faisceaux conducteurs agrégé fondus ou très rapprochés.

Douliot étudie le périclerme des Légumineuses (Périclerme des Légumineuses. *Journ. de Bot. de Morot*, 1888, p. 71-76. *Périclerme in Ann. Sc. nat. Sér. 7*, T. X, 1889, p. 349-353).

Il s'exprime ainsi :

« Dans *Ononis rotundifolia*. . *Medicago sativa*... c'est rarement l'endoderme qui présente les premiers cloisonnements tangentiels du périclerme. Souvent même, ce sont des cellules du milieu de l'écorce. Les cloisonnements sont même irréguliers, obliques surtout dans le phelloderme dont les éléments s'arrondissent et se dissocient. Les faisceaux foliaires, écartés du centre de la tige, ont leur endoderme propre ; le périclerme qui se forme en dehors d'eux se fait aux dépens de leur endoderme (côté externe).; mais à droite et à gauche, ce sont des cellules quelconques de l'écorce qui sont génératrices du périclerme.

- *Périclerme endodermique*. — M. Costantin (1) l'a observé dans les tiges souterraines du *Trifolium alpestre* et ses expériences ont montré que le périclerme se développe beaucoup plus rapidement et plus tôt dans les tiges souterraines que dans les tiges aériennes des mêmes plantes : « J'ai, en effet, constaté que dans ces mêmes plantes le phelloderme prenait un développement bien plus considérable dans les rameaux souterrains que dans les rameaux aériens et de plus, que le liège, peu développé en épaisseur, souvent ne se subérifiait pas. J'insiste sur ce fait, qui me porte à croire que les causes physiques qui déterminent une abondante formation de périclerme sous terre, ne sont pas les mêmes que celles qui agissent sur le côté éclairé d'un rameau. Le liège qui se développe à la lumière est toujours fortement subérifié, quelquefois même lignifié ; le liège souterrain est en cellulose parfois plissée. »

Vuillemin a étudié un grand nombre de points de détails de morphologie des Légumineuses et en particulier des genres qui nous occupent.

- Nous citerons d'abord la description qu'il donne des poils de *Trifolium alpestre* L. en étudiant l'appareil sécréteur des Papilionacées

(1) J. COSTANTIN. Etude comparée des tiges aériennes et souterraines. (*Ann. Sc. nat. Botan.* 5^e série, T. XVI, 1883).

(App. secrétaire des Papil. in *Bull. Soc. Bot. de France*, 1891, p. 76-82).

Mais nous nous occuperons surtout de son ouvrage « *La subordination des caractères de la feuille dans le phyllum des Anthyllis* (Thèse, Paris 1892) »

Nous n'y signalerons que les détails suivants qui nous intéressent au point de vue anatomique.

L'auteur (p. 48-49) traite des « émergences glanduleuses » des feuilles des Trifoliées localisées aux nœuds foliaires et foliolaires et décrites par Trécul près de l'insertion des folioles de *Galega officinalis* en ces termes : « un bourrelet horizontal revêtu de poils courts, paraissant ordinairement composés de deux rangs de cellules disposées par étages. De tels poils composés, quelquefois renflés en massue, ayant jusqu'à cinq rangées d'utricules visibles dans le diamètre de leur partie la plus épaisse se trouvent dans l'aisselle des feuilles (1). » Au sujet des poils glanduleux, il donne la description suivante pour les Papilionacées (p. 55). « La forme habituelle des poils glanduleux consiste en une tête ovoïde formée de 2 ou 3 étages unicellulaires et subdivisés par une, rarement par deux cloisons. Il fait remarquer que le pied « présente quelquefois une cloison transversale chez le *Trigonella cærulea*, mais on ne peut voir là qu'une rare anomalie. »

Il signale l'existence des « poils flagellifères » chez les Papilionacées, dans lesquelles il distingue un pied, un manche et un flagellum (Voir aussi : Vuillemin, sur la structure des feuilles de *Lotus* in *Bulletin de la Soc. Bot. de France*, T. XXXVII, p. 207, 1890). Il ajoute au sujet des *Ononis* : Il devient impossible d'assigner aucune limite au pied, au manche et au flagellum dans les poils mous des *Ononis* (fig. 52). Ceux-ci sont formés de plus de trois cellules : le poil va en s'atténuant progressivement de la base au sommet, avec des cloisons régulièrement espacées sans qu'aucune différence de structure autorise une division en régions. L'élément basilaire est lui-même exsert dans sa plus grande partie. »

Il signale l'affinité du système pileux de *Medicago maculata* avec celui des *Ononis*.

(1) Recherches sur l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les organes aériens. (*Annales des Sciences Naturelles* 6^{ème} série, T, XII 1882).

Autres remarques :

Les poils à direction générale rectiligne sont ondulés chez *Trigonella Fenum-Græcum*, *Trifolium Lupinaster*.

Les « poils en forme de navette » manquent chez les Trifoliées (p. 73).

Le « flagellum » est décrit au point de vue de la composition chimique (p. 74) de la paroi chez les Papilionacées. « Il est revêtu d'une cuticule mince se colorant par la fuchsine. Sa cavité est limitée par une couche un peu plus épaisse que la cuticule et dans laquelle la cellulose prédomine sur la pectose. Les apicules acérés des dards ou les pointes recourbées des crochets sont formés d'une substance réfractaire aux diverses couleurs d'aniline. Presque toujours entre les deux couches extrêmes se dépose une puissante couche moyenne réagissant comme les matières pectiques avec la phénosafranine, divers bleus, etc. Elle renferme, en outre, une charpente cellulosique et présente des stries entrecroisées limitant des losanges très visibles quand l'épaississement est considérable. »

« Les inégalités de la surface externe d'origine cuticulaire se rencontrent très fréquemment. Les grosses verrues existent chez *Trifolium Lupinaster*, *Trigonella Fenum-græcum*.

« Chez un grand nombre de Papilionacées, la couche moyenne est développée sur tout le pourtour du poil et forme un manchon pectique qui rend le flagellum centrique, au moins dans la région moyenne. » Les manchons pectiques sont généralement répandus dans la tribu des Trifoliées (p. 76-77).

« Sur les stipules du *Trifolium subterraneum*, on rencontre des poils à épaississement bifacial caractérisés par un épaississement occupant toute l'étendue du poil, mais restant plus faible du côté dorsal que du côté ventral » (p. 77-78).

S'occupant ensuite des faisceaux conducteurs du pétiole, l'auteur déclare que « certaines tribus, comme les Trifoliées, ont gardé un port si constant dans tous leurs représentants, que les rapports des faisceaux de la feuille y sont devenus palinogéniques. Les faisceaux restent isolés à tous les niveaux, sauf dans le pétiolule où tout le système conducteur conflue en un arc plongé dans une gangue collenchymateuse. »

Au sujet de l'appareil stomatique :

« Chez la plupart des Lotées et des Trifoliées, les stomates sont également nombreux. Les stomates prédominent pourtant sur la face ventrale des limbes pliés du *Trifolium alpinum* et de plusieurs de ses congénères » (p. 149).

D'après Maury, les stomates sont dépourvus de cellules annexes chez *Trigonella anguina* (Maury, *Anatomie comparée de quelques espèces caractéristiques du Sahara algérien, in Congrès de Toulouse de l'Association française pour l'avancement des Sciences, 1887*).

Vuillemin met en doute ces assertions.

Le type « crucifère » d'appareil stomatique caractérisé par des stomates muni de trois cellules annexes abonde chez les Trifoliées (p. 151) : *Medicago sativa*, *M. radiata*, *M. ciliaris*, *Trifolium elegans*, *T. chrysanthum*, *T. agrarium*, *T. subterraneum*, *T. alpinum*.

T. pratense possède un mélange de stomates à trois et quatre annexes.

Le type « rubiacé » caractérisé par la présence de deux cellules annexes, au stomate, avec l'ostiole parallèle à la cloison séparatrice, se trouve dans le genre *Ononis*, tandis que *Medicago* offre le type crucifère pur (p. 153-154).

Or « les sinuosités du contour des cellules de l'épiderme sont bien plus accusées sur le limbe que sur les stipules de l'*Ononis spinosa*, exemple qui, joint à d'autres, prouve que « la rectitude des membranes s'efface avec la constance du type rubiacé. »

Chez *O. spinosa*, *O. altissima*, les stomates rubiacés sont en réalité mélangés de beaucoup de stomates crucifères « et ils n'acquièrent de la constance que dans des types dérivés comme l'*Ononis alopecuroïdes*, qui est aberrant par ses feuilles toutes unifoliolées. »

A propos de « l'appareil cribro-vasculaire », il critique (p. 166) vivement les travaux de Petit, auxquels il oppose ceux de Plitt (travaux dont nous avons parlé plus haut) « D'après M. Petit (*loc. cit.*, 1887), beaucoup de Trifoliées se distinguent par le trajet particulier de leurs faisceaux. Cette assertion est basée sur le fait que chez des *Trifolium*, *Ononis*, *Melilotus*, *Medicago*, le pétiole renferme trois faisceaux et qu'il se produit entre ces faisceaux deux anastomoses qui leur sont à peu près perpendiculaires. Si M. Petit avait lu le mémoire de M. Plitt (*loc. cit.*, 1886), il aurait su que bon nombre de

Trifolium ont cinq faisceaux dans le rachis, il aurait facilement observé cette structure chez les espèces les plus vulgaires telles que les *T. pratense*, *repens*, *elegans*, *alpestre*, etc. D'autre part, l'anastomose indiquée chez les Trifoliées n'est pas transversale, elle est constituée par des ramifications du faisceau latéral rejoignant le médian, après un trajet oblique ou par des ramifications du médian vers le latéral, ou par les deux à la fois, ou enfin, par des branches du latéral et du médian, se rejoignant à moitié chemin pour se continuer de chaque côté par une nervure intermédiaire. Cette dernière disposition, facile à constater chez les *Trifolium* à cinq faisceaux, est considérée à tort, par l'auteur, comme caractéristique des Légumineuses arborescentes ou frutescentes. »

Enfin, « le caractère distinctif des Trifoliées que M. Petit veut trouver dans l'anastomose des faisceaux au sommet de la gaine, bien loin d'être limité à cette tribu, se retrouve chez *Lotus corniculatus* » etc.

L'auteur présente ensuite quantité de remarques concernant la nervation des stipules chez les Papilionacées en général et chez les Trifoliées en particulier.

A propos de la lignification dans le pétiole, il cite l'assertion suivante de Petit (pp. 290-291).

« Le sclérenchyme existe dans les pétioles de toutes les Légumineuses, sauf les *Trifolium* et les *Medicago*. Son existence n'est pas en relation avec la lignosité de la plante : elle ne dépend que des affinités naturelles de cette plante. Il en résulte que la présence du sclérenchyme dans le pétiole constitue un bon caractère de famille. »

Il faut en rabattre un peu de cette appréciation, ajoute Vuillemin, mais pour en juger la valeur, il est bon d'expliquer ce qu'on entend par sclérenchyme. Et là-dessus il adopte la distinction posée par Wiesner (*Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*).

« M. Wiesner réserve le nom de sclérenchyme aux cellules rigides, à paroi totalement lignifiée, prenant souvent une teinte brune. Il oppose ces éléments aux fibres, caractérisés par une faible métamorphose chimique, par un certain degré de flexibilité, d'extensibilité et par l'absence de coloration. C'est précisément la fibre ainsi définie qui constitue habituellement le stéréome des feuilles de Papilionacées. La lignification y est presque toujours partielle car la

zone interne, à parois réfringentes, est totalement réfractaire à la fuchsine, à la phloroglucine » etc.

Il s'appuie ensuite sur les travaux de Schwendener (1) (*Mechanisches Princip.*), Haberlandt (*Die Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen*, Leipzig, 1879) et C. Müller (*Ein Beitrag zur Kenntniss der Formen des Collenchyms Berichte der deutschen. botan. Gesellschaft*, Bd. VIII, 1890) pour faire remarquer que (p. 291) « de divers travaux il résulte que ces éléments du système mécanique ont un rapport plus étroit avec le collenchyme qu'avec le véritable sclérenchyme. M. Schwendener (*Mechanisches princip*) a observé chez les *Astragalus* le passage direct des cellules de collenchyme aux fibres (Bast). Pour M. Haberlandt, toutes les fibres libériennes (y compris celles qu'on rapporte au péricycle), seraient toujours représentées à l'état jeune par des éléments collenchymateux. Outre ce collenchyme définitif, il y aurait un collenchyme provisoire que M. C. Müller propose de nommer protosclérenchyme. »

Pour le cas particulier des Trifoliées, il s'exprime ainsi (p. 300) : « La lignification est très variable parmi les Trifoliées. C'est dans cette tribu seulement que M. Petit admettait des exceptions, mais il n'est probablement pas un genre un peu étendu qui ait le rachis partout exempt de sclérose. Le genre *Trifolium* lui-même en offre dans le rachis de quelques espèces, sans parler des conditions spéciales qui amènent le stéréome à abandonner le pétiole pour s'accumuler dans le limbe. Dans le rachis du *Trifolium Lupinaster*, quelques fibres à section circulaire taillées dans le collenchyme et formant dans la nervure médiane jusqu'à deux assises complètes, ont une paroi propre bien lignifiée avec couche interne mucocartilagineuse et une lamelle unissante légèrement infiltrée de lignine. Dans la gaine, la couche lignifiée s'amincit, tandis que dans la tige elle est forte, et les fibres rigides prennent une coupe polygonale.

« Chez les *Trigonella cærulea* et *Fænum græcum* la couche lignifiée ne dépasse pas la base du rachis, elle l'atteint à peine chez les *Melilotus alba* et *officinalis*. Le *Parochetus communis* n'a pas de

(1) Nous sommes heureux de rappeler ici que M. Schwendener, malgré la pression exercée officiellement sur lui, refusa de signer le manifeste tristement célèbre dit « des 93 ».

lignine dans les fibres de la feuille ; la zone externe des fibres de la tige est faiblement imprégnée.

Les *Ononis* offrent des différences comme les Trèfles. L'*O. fruticosa* a dans le rachis un arc de fibres serrées, toutes lignifiées dans la partie externe. La couche lignifiée est même supérieure à la couche interne dans la gaine, tandis que la lignification est ordinairement nulle chez les *Ononis natrix* et *altissima*. »

El il ajoute (p. 301) : « M. Petit a été trop loin en admettant que la lignosité de la plante n'a rien de commun avec la lignification du pétiole. L'*Ononis fruticosa* dépasse en lignosité ses congénères. Le *Trifolium Lupinaster* est peut-être le plus coriace de tous les Trèfles. »

L'auteur étudie encore les dépôts oxalifères et tannifères de la feuille ($C^2 O^4 Ca$) chez les Papilionacées et notamment chez les Trifoliées. Nous n'insisterons pas sur les intéressants détails qu'il donne et qui n'ont qu'indirectement rapport avec le sujet traité ici.

Gibelli et Belli ont publié des travaux nombreux et importants sur les Trèfles.

Les uns s'occupent de Morphologie (*Rivista critica e descrittiva delle specie di Trifolium italiane e affini comprese nella sezione Lagopus, Koch-Memorie dello R. Accademia della Scienze di Torino*, Ser. II, T. 39, 1889,

Rivista critica delle specie di Trifolium italiani della sezione Chronosenium, Ser. in D. C. Prodr. II, p. 204, Mlp. III, 1889, pp. 193-233-305-319,

Rivista critica delle specie di Trifolium italiani, Memoria della R. Acad. delle Scienze di Torino, Ser. II, T. 41, 1890, 4 78 p. avec 3 planches.)

D'autres cependant nous intéressent au point de vue anatomique.

Citons tout d'abord le travail de S. Belli :

« *Sui Rapporti sistematico biologici del Trifolium subterraneum cogli affini del Gruppo Calycornophum Presl-Malpighia Annali* », (Anno VI, vol. VI) où il étudie le phénomène curieux dont *Trifolium subterraneum* est le siège au moment de l'ensemencement de la graine.

Il rappelle et discute les travaux antérieurs de Vaucher (*Histoire physiologique des Plantes d'Europe*, Paris, 1841, Vol. II, pp. 104-110),

puis de Darwin (*La Faculté motrice dans les Plantes*, Paris, 1882, traduction Hœckel, p. 520).

Il combat vivement les explications et conclusions de ce dernier et surtout celles d'un auteur plus récent, le Dr Ross. Il conteste même la valeur de plusieurs des observations de celui-ci. Le mémoire, objet de ses critiques, est intitulé « *Nota preventiva sul movimento carpotropico del T. subterraneum* » (*Malpighia*, Anno V, Fasc. VII-XII, p. 304).

Il arrive à son tour à des conclusions dont voici les points principaux : En dehors du *T. subterraneum*, aucune espèce de Trèfle du groupe *Calycomorphum* ne porte activement son capitule sous terre, pour la maturation et l'ensemencement de la graine.

Les semences de *T. subterraneum* croissent et mûrissent hors de terre, même si naturellement ou expérimentalement le capitule est empêché de pénétrer dans le sol ; elles germent très bien si l'on a soin d'inciser les téguments qui les entourent. Si les téguments restent intacts, les semences épigées du *T. subterraneum* peuvent germer, mais difficilement et lentement.

Les légumes du *T. subterraneum*, qui ont crû et mûri hors de terre peuvent atteindre le développement normal des autres ; il en est de même pour ceux qui se sont développés, dans le cas où manquait l'appareil enveloppant formé par les calices stériles.

La cause, pour laquelle le *T. subterraneum* porte sous terre ses propres capitules pour la maturation et l'ensemencement, ne peut être l'héliotropisme négatif comme le veut le Dr Ross, car le phénomène d'incurvation à la base du pédoncule floral advient même à l'obscurité, comme Darwin l'a déjà démontré.

D'ailleurs les expériences du Dr Ross ne démontrent rien.

Enfin : « Dans le pédoncule du *T. subterraneum*, les éléments mécaniques sont certainement représentés par les coiffes de fibres du liber entourant extérieurement le liber mou de chaque cordon vasculaire ; contrairement à ce que le Dr Ross assure dans son mémoire, ces éléments mécaniques manquent complètement dans le pédoncule floral dudit *T. subterraneum* ».

En 1896, Saverio Belli a fait paraître un mémoire important intitulé : « *Endoderma e pericicle nel Genere Trifolium, in rapporto colla teoria della stelia di V. Tieghem e Douliot* » (*Atti della R. Ac.*

delle Scienze di Torino *Memorie*, Ser. II, To. XLVI, pp. 333-443, 6 planches).

Il s'élève, dans l'introduction, contre la théorie de van Tieghem relative à la présence d'un endoderme et d'un péricycle dans toutes les tiges. D'après l'auteur, ces régions anatomiques dans le genre examiné ne sont pas visibles et n'ont aucune raison d'être considérées comme autonomes.

Sur la théorie de la stèle de van Tieghem et Douliot (*Ann. des Sc. nat.*, 7^e Série, Tome III, 1886. *Sur la polystélie*), l'auteur institue une discussion critique. D'après lui, les savants en question se contrediraient en plusieurs endroits de leur travail sur *Equisetum* et dans des généralisations faites aussi par eux sur la tige des Phanérogames (?)

En adjonction aux recherches anatomiques de O. Kruchs (1890) sur les tiges de Chicoracées, Belli trouve que la structure de la tige ne permet pas de distinction entre le cylindre central et l'écorce.

Les fibres, plus ou moins épaissies qui, dans la structure primaire de la tige accompagnent la plupart des espèces de Trèfles, sont accolées extérieurement à chaque faisceau vasculaire; de sorte que lorsque dans la structure secondaire d'autres espèces les éléments correspondants qui se présentent en cercle fermé n'appartiendraient pas au péricycle, mais au contraire au liber, peut-être aussi au cambium interfasciculaire.

Toute la première partie du travail qui nous occupe est une analyse fouillée du travail de Morot (1895) où la question du péricycle est complètement exposée.

La deuxième partie comprend 1^o l'étude de l'axe hypocotylé chez *T. repens*; 2^o l'étude de la tige chez la même espèce particulièrement au point de vue de l'origine et de la structure de l'endoderme.

Au sujet du passage de la tige à la racine, Belli fait remarquer « que le passage appréciable de la structure radicale interne à la structure caulinaire se produit dans l'axe hypocotyle, dans une région qui s'étend du collet externe jusque sous les cotylédons. »

Dans la troisième partie, il s'occupe du travail (*Sur la polystélie* 1886. de van Tieghem et Douliot dont la conclusion se trouve en quelque sorte condensée dans la seule expression « Théorie de la Stèle ». Il s'occupe aussi des vues de Strassburger (1891) sur ce sujet.

Enfin l'auteur tire la conclusion générale « qu'une théorie anatomique ne prend une valeur suffisante, qu'autant qu'elle prend en considération les fonctions physiologiques des tissus. »

En 1908, Erich Petersen a fait paraître un important mémoire intitulé : *Zur vergleichenden Anatomie des Zentralzylinders der Papilionaceen-Keimwurzel* (Beihefte. Bot. Centralblatt, XXIV, 1, 1908, pp. 20-44).

Son travail a porté sur 139 espèces partagées entre 49 genres.

L'auteur fait allusion aux genres qui nous occupent dans les termes suivants.

« Festzusehen scheint, dass in mehreren Fällen, die Zahl der Strahlen bei den einzelnen Arten, einer Gattung konstant ist, was für die Diarchie stets zu gelten scheint (*Ononis*) die Triarchie wahrscheinlich noch seltener (*Melilotus*).

Sehr oft wechselt, aber auch die Strahlenzahl von Art zu Art, wobei es sich, meistens um die Triarchie und die Tetrarchie handelt (*Medicago*, *Trigonella*) ».

Et ensuite faisant allusion aux travaux de Reinke (*Untersuchungen über die Assimilations organen der Leguminosen in Jahrb. f. wissenschaftl. Bot.* 1896, p. 529), il ajoute :

« Bekanntlich, ist die zu den Trifolieen, gehörige Gattung *Ononis*, durch ihre verwachsenen Staubgefäße, in die nächste Verwandtschaft, der Genisteen zu bringen. » Et encore « Nun weisen die Keimwurzel der *Ononis* Arten alle im Gegensatz zu den übrigen Trifolieen *einen diarchen Bau* auf und lassen also offenbar die Verwandtschaft mit den stets diarchen Genisteen auch dadurch zum Ausdruck kommen. »

Enfin, il effectue des mensurations des dimensions du cylindre central et les résume ainsi que d'autres éléments (nombre de cellules du pérycycle, etc.) en un tableau dont voici un extrait concernant les Trifoliées (parmi lesquelles il examine les *Ononis*).

Pour le genre *Ononis*, il indique :

« Cylindre central peu étendu. Fibres libériennes présentes.

33) *O. alopecuroides* L. Dimensions du cylindre central : $\frac{150 \mu}{190 \mu} =$

$\frac{1}{1,27}$. Groupes vasculaires larges ; 10-11 éléments par groupe vascu-

laire. Groupes de fibres libériennes petits. Péricycle 1-2 ; assises 3-

4. Radicelles : dimensions du cylindre central $\frac{90 \mu}{112 \mu} = \frac{1}{1,24}$

34) Groupes vasculaires larges, nombre de leurs éléments 10-12. Péricycle : une assise. Pour le reste comme au n° 33.

35) *O. geminiflora*. Cylindre central $\frac{195 \mu}{240 \mu} = \frac{1}{1,23}$. Nombre d'éléments vasculaires : 9-10 par groupe vasculaire. Vaisseaux centraux apparaissant de bonne heure. Pour le reste comme au n° 33.

36) *O. hircina*, Jacq. Péricycle, 2 assises rarement 3. Pour le reste comme au n° 35 ».

Ajoutons encore que dans ces dernières années, la structure de la feuille des Trifoliées a été examinée par Fischer (G. Fischer, *Dissertation, Erlangen*) chez *Ononis*, *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*. Il a signalé une conformation « plissée anguleusement » (winkeligen Faltenbindungen) des cellules épidermiques foliaires chez les genres précités, signale chez des espèces de *Trifolium* l'allongement des cellules perpendiculairement à la nervure médiane. Citons encore la mise en évidence de la non-gélification des membranes intérieures des cellules de l'épiderme foliaire chez les Trifoliées.

Au sujet de l'appareil stomatique, Fischer indique dans la tribu en question, un appareil comprenant 3-4 cellules accessoires ce qui caractérise le « type renonculacé ». *Ononis* seul suit le « type rubiacé ». Les stomates existent sur les deux faces de la feuille.

Enfin l'auteur signale la présence des « outres à tannin » (Gerbstoffschläuche) seulement chez le genre *Parochetus*.

Nous laisserons de côté pour le moment le travail magistral de M. Leclerc du Sablon relatif à la déhiscence des fruits à péricarpe sec, ainsi que les sujets traitant de sujets analogues ; nous en reparlerons dans la partie de ce mémoire relatif à la structure anatomique et à la déhiscence du fruit des Luzernes.

ÉTUDES SUR LE GENRE *ONONIS*

Ononis adenotricha Boiss.

(Voir BOISSIER, *Flora Orientalis*). Espèce vivace.

ÉTUDE DE LA TIGE

Une **tige adulte** d'*Ononis adenotricha* Boiss. montre la structure suivante :

On voit d'abord, en coupe transversale, un *épiderme* dont il n'y a rien de particulier à signaler. Les parois cellulaires sont minces comme celles du parenchyme sous-jacent ; les éléments sont allongés tangentiellement.

Vient ensuite un parenchyme cellulosique composé d'un petit nombre d'assises de grandes cellules. Dans ce parenchyme s'enfoncent des *paquets fibreux* dont la base interne est en contact avec le liber normal. En conséquence, au-dessus de ces paquets, l'épaisseur du parenchyme est moindre (environ 2-3 assises) qu'entre deux paquets consécutifs (soit 5-6 assises environ) ; il se prolonge jusqu'au niveau de la base des paquets.

On voit nettement des éléments libériens infiltrés entre les éléments sclérifiés jusqu'en haut des paquets. Il s'ensuit donc qu'on peut considérer ceux-ci comme faisant partie du liber ; ce seraient des saillies fibreuses libériennes (suppression du péricycle), selon la conception de S. Belli à laquelle il a été fait allusion dans la partie historique de ce travail. Les parois cellulaires y sont fort épaisses, la lumière des éléments toute petite, souvent presque sans largeur et très généralement fort allongée. La section est très souvent très aplatie. La lignification de la membrane est faible ; le vert d'iode mord médiocrement sur elle, en général ; pourtant quelques éléments en tout petit nombre se rencontrent parfois, qui font exception à cette règle et se colorent assez bien.

Au point de vue du nombre de ces ilots sclérifiés, on peut dire qu'il est d'une douzaine, d'une quinzaine environ.

Ils sont d'ailleurs assez régulièrement espacés. Leur forme est allongée notablement dans le sens tangentiel.

Elle est le plus souvent assez nettement lenticulaire (sur la plus grande épaisseur d'un paquet sclérifié on trouve environ cinq rangées de ces fibres).

Rien à dire du *liber normal*, sinon que dans sa partie interne qui entoure en anneau la masse ligneuse, il ne renferme pas de fibres (liber compact).

Ce qui frappe tout d'abord dans la disposition du *bois*, c'est la division de sa masse en faisceaux distincts en contact les uns avec les autres, la frontière entre deux faisceaux consécutifs étant constituée par des *rayons médullaires* traversant complètement la couronne lignifiée. Leur limite interne du côté de la moelle a la forme d'un arc de cercle. Elle est très nette, parce que la première assise médullaire offre des cellules d'un calibre tout de suite beaucoup plus grand que celui des éléments ligneux terminaux.

Outre les cellules des rayons médullaires, la masse ligneuse se compose d'éléments de soutien très nettement fibreux, de section arrondie ou plus ou moins allongée et petite, plus faible que celle des fibres libériennes; leurs membranes prennent aussi nettement le vert d'iode que celles des autres éléments du bois; elles sont donc bien lignifiées. Les parois en sont très épaisses; la lumière fort étroite peut même devenir souvent presque punctiforme ou linéaire.

Certains rayons médullaires, avons-nous dit, traversent tout le bois; tous, d'ailleurs, sont formés de cellules à parois lignifiées relativement minces et très généralement allongées tangentiellement. Ce sont ceux qui délimitent les faisceaux ligneux qui traversent toujours toute la masse ligneuse; les autres sont dans le même cas, ou bien au contraire n'en intéressent qu'une partie; partant soit de la limite libérienne, soit de la limite médullaire (cas paraissant plus fréquent) ou même, quelquefois, ils commencent et finissent à distance de ces deux limites. Quant à la largeur des rayons, remarquons qu'ils n'ont souvent qu'une seule assise cellulaire mais peuvent aussi en présenter deux. (J'ai même pu voir un rayon séparateur de deux faisceaux ligneux débiter par 3 assises au liber et finir par 2 à la moelle). Leur paroi, vue de face, se montre couverte d'une couche

de lignine ménageant un petit nombre de petites punctuations, rondes ou circulaires, fixant le carmin, donc purement cellulosiques.

Remarque intéressante : chaque faisceau ligneux est coiffé par un paquet fibreux libérien. Ainsi donc même dans la tige adulte, les formations libéro-ligneuses secondaires établies, on peut parler de *faisceaux libéro-ligneux* du cylindre central, assurément agrégés, étroitement réunis, mais distincts. Les avancées de parenchyme qui séparent deux îlots fibreux libériens, en s'étendant jusqu'à la base interne de ceux-ci, marquent la séparation de deux faisceaux libéro-ligneux consécutifs. Cette séparation n'est pourtant pas complète puisque les dites avancées n'atteignent point le bois, et, entre deux faisceaux, l'épaisseur de la couche libérienne totale est en somme affaiblie, mais non nulle.

En face des faisceaux ligneux, au contraire, l'épaisseur maximum du liber est relativement considérable puisque, outre la largeur de l'anneau interne de liber compact, elle comprend la plus grande largeur de la partie externe dans laquelle se trouvent les éléments constitutifs des îlots fibreux.

Par suite de la forme concave vers l'extérieur de la limite médullaire du bois, la moelle affecte, en coupe transversale, la forme d'une sorte de polygone étoilé, qui présente autant de sommets qu'il y a de faisceaux ligneux.

Elle offre une augmentation assez régulière du calibre cellulaire de la périphérie vers le centre où l'on trouve des éléments de grand calibre. Les cellules médullaires ont un contour presque exactement circulaire ; en coupe transversale les méats sont larges et résultent de la tangence des éléments 3 à 3 ou 4 à 4.

Les parois sont très nettement lignifiées ; vues de face, elles montrent sur un fond lignifié, fixant le vert d'iode, des punctuations généralement très nombreuses et purement cellulosiques, car elles se colorent en rose par le carmin.

ÉTUDE DE LA RACINE

J'ai étudié une racine assez grosse d'*Ononis adenotricha* Boiss.

Les formations subéro-phellodermiques sont très bien développées. Un liège épais (7-8 assises) présente des cellules rectangu-

lares allongées tangentiellement, et disposées très régulièrement en files radiales ; en somme un aspect tout à fait typique.

Vers l'intérieur, on trouve un *parenchyme* dont l'épaisseur peut atteindre une vingtaine d'assises cellulaires. Il est constitué tout au moins en partie par le *phelloderme*. Il est formé d'assez grandes cellules conjonctives à parois minces et possède, mélangées à celles-ci, un très grand nombre de fibres disposées irrégulièrement, par groupes variables, à section toute petite, à lumière très réduite et allongée ou circulaire, à parois épaisses.

Le *liber normal* est exempt de fibres et de faible épaisseur (en moyenne 3-4 assises) et l'anneau qu'il forme autour du bois présente de nombreuses discontinuités.

Vient ensuite le bois. Ici, je veux présenter une observation générale qui intéresse non seulement celui-ci, mais tout l'ensemble des tissus.

Dans les très nombreuses coupes que j'ai faites, j'ai très souvent vu que le centre de *lignification*, renfermant comme il est naturel les plus petits faisceaux et d'où s'échappent en divergeant les rayons médullaires, ne coïncide pas avec le centre de figure de la coupe. Ce caractère peut s'exagérer considérablement ; le dit centre de lignification est alors reporté tout près de la limite de la masse ligneuse. Quand cette dissymétrie existe, le parenchyme extérieur est toujours moins développé en face de lui et du côté où il est plus près de la limite externe du bois ; et d'autant moins que ce centre de lignification est davantage voisin de ladite limite. A droite et à gauche de cette région, le parenchyme va en croissant graduellement d'épaisseur. Par contre le liège conserve toujours partout à peu près la même épaisseur. Pour débarrasser le langage j'appellerai « *coupes excentrées* » celles où se rencontrent les particularités décrites.

La structure du bois se compose d'éléments de soutien, d'éléments vasculaires et des cellules de parenchyme lignifié qu'on trouve surtout dans les rayons médullaires. Les éléments de soutien sont constitués par des fibres de section aplatie ou plus ou moins circulaire et toute petite comme celle des fibres libériennes, de lumière circulaire ou allongée, en coupe transversale, mais toujours très restreinte, très souvent presque linéaire ou punctiforme.

Les vaisseaux du bois sont disposés, en coupe transversale tout au moins, à partir d'une petite distance du centre de lignification, assez

régulièrement en courbes qui, naturellement, se resserrent à un moment donné, en se confondant plus ou moins complètement (1) dans les coupes « excentrées », et d'autant plus que le centre de lignification est davantage voisin de la limite du bois. (Ces courbes rappellent alors assez bien par leur forme celle des lignes de force du champ magnétique dû à un barreau aimanté ou à un solénoïde).

Ajoutons que le calibre des vaisseaux reste toujours bien supérieur à celui des autres éléments ligneux.

Le nombre des *rayons médullaires* est grand ; en conséquence la proportion d'éléments de *parenchyme lignifié* qui se trouvent dans la masse ligneuse est considérable, étant donné que ce sont là les constituants de ces rayons. Ils peuvent n'avoir qu'une assise de large, mais la plupart en possèdent plusieurs : 2-3-4 ; on en trouve même qui en présentent jusqu'à une douzaine, ou même une quinzaine ! Le plus grand nombre s'étend du liber jusqu'au centre de lignification ; d'autres s'arrêtent plus ou moins loin avant de l'avoir atteint, partant eux aussi du liber ; quelquefois plus rarement, on peut encore en voir certains qui partent du centre de lignification, sans traverser tout le bois.

Dans les coupes « excentrées », il va sans dire que, si le rejet par côté du centre de lignification est considérable, la longueur des rayons médullaires, partant de ce centre, est très inégale ; ils vont naturellement en augmentant de longueur à droite et à gauche du plus court.

J'ai toujours vu *deux rayons dans le prolongement l'un de l'autre et coïncidant à peu près avec le petit axe de la coupe*, laquelle est plus ou moins elliptique. Quand on a affaire à une coupe « excentrée » il est évident, puisque le centre de lignification, tout en étant déjeté par côté, reste toujours comme je l'ai constaté sur le petit axe, que l'un d'eux représente le plus court et l'autre le plus long des rayons médullaires.

Les deux rayons remarquables dont je viens de parler sont toujours fort larges ; très généralement *ce sont même les plus larges*. C'est en eux qu'on peut remarquer jusqu'à une douzaine de files radiales cellulaires. Leur largeur d'ailleurs est variable ; mais ils ne

(1) Ce resserrement, cette confusion se produit dans la partie du bois la plus étroite, comprise entre le centre de lignification et la limite ligno-libérienne.

m'ont jamais paru présenter moins de 4-5 assises. Ils paraissent généralement légèrement élargis vers l'extérieur et, au contraire, un peu rétrécis vers l'intérieur du bois par diminution d'un petit nombre d'assises.

Les autres rayons médullaires, à plusieurs assises, réduisent souvent, pas toujours cependant, leur nombre d'assises vers l'intérieur du bois de façon à s'effiler, à se rétrécir dans cette direction. Tel en aura successivement : (de l'intérieur vers l'extérieur) 4, puis 3, puis 2 ; tel autre : 4, puis 3, puis 2, puis 1 ; tel autre encore : 2, puis 1, etc. Beaucoup des cellules des rayons médullaires ont une section rectangulaire ou subrectangulaire et sont allongées radialement en coupe transversale. Mais, d'autres, nombreuses aussi, sont à peu près isodiamétrales et ont une section subcarrée ou même trapézoïdale ; on en trouve même de section plus ou moins rectangulaire et allongées tangentiellement. On peut même, sur certaines coupes, observer certaines sections de rayons où l'on ne voit guère que des cellules isodiamétrales.

Les dits éléments des rayons médullaires ont des membranes présentant sur un fond lignifié des *punctuations cellulósiques* qui paraissent généralement assez bien régulièrement disposées en 2, 3, 4 ou 5 rangées radiales, selon la largeur tangentielle de l'élément. Bien qu'elles soient relativement assez grandes et nombreuses, la surface lignifiée de la paroi semble bien l'emporter sur la surface restée cellulósique. De plus, un grand nombre de rayons se raccordent, en dehors du bois, avec des avancées du conjonctif qui coupent l'anneau libérien et qui prolongent extérieurement ces rayons. J'ai toujours observé que l'un des deux rayons remarquables, — le plus long — dans les coupes « excentrées », était dans ce cas.

Ononis Alopecuroides L.

(Espèce annuelle).

ÉTUDE DE LA RACINE

J'ai examiné la structure de la **racine adulte**. Les coupes ont été pratiquées à sa partie supérieure.

La coupe transversale, effectuée à différents niveaux, varie de forme; tantôt elle est à peu près circulaire, tantôt plus ou moins aplatie, elliptique.

Le revêtement extérieur est formé par un *liège* bien net, à parois cellulaires prenant nettement le vert d'iode.

Il comprend en moyenne 2-3 assises de cellules rectangulaires. Une *assise subéro-phellodermique* sous-jacente l'engendre vers l'extérieur, ainsi que du parenchyme vers l'intérieur (4-5 assises cellulaires). Dans ce parenchyme se trouvent distribuées, çà et là, irrégulièrement, soit isolément, soit par groupes formés de 2-3 jusqu'à environ 7-8 éléments, des fibres très petites. Elles ont une section aplatie, toute petite, les parois sont fort épaisses, la lumière très peu large affecte souvent la forme d'une simple fente. Le vert d'iode mord faiblement sur la membrane, ce qui indique une lignification point très avancée.

Viennent ensuite en moyenne 10-12 *assises libériennes* dépourvues de fibres. L'examen des tissus exfoliés, encore adhérents par place, les montre uniquement formés de parenchyme. Le *liège* s'est donc constitué *dans le tissu cortical*, et profondément, eu égard à l'épaisseur relativement grande de ces tissus et du petit nombre d'assises qui se présentent, en allant vers l'axe de la tige, immédiatement après l'assise subéro-phellodermique.

Ensuite, on trouve *le bois* auquel passe, par un cambium, le *liber* assez visiblement en certains points. Sa largeur est les $\frac{3}{4}$ environ de celle de la coupe. Il s'étend jusqu'au centre. Sa structure est remarquable. Tout d'abord, même à un grossissement faible, sa composition paraît fortement hétérogène, et à première vue apparaît très nettement le groupement de ses éléments cellulaires en trois catégories :

- 1° Vaisseaux ligneux ;
- 2° Éléments de soutien ;
- 3° Cellules des rayons médullaires.

Les éléments de soutien sont les plus abondants et forment en quelque sorte la trame de la masse ligneuse.

On peut dire que ce sont des fibres, car les parois cellulaires sont fort épaisses et la lumière restreinte, souvent même très faible.

Leur section est, tantôt à peu près circulaire, tantôt aplatie et de contour plus ou moins régulier. En tout cas, elle est toujours très petite ; en général, elle est plutôt inférieure, ou tout au plus égale, à celle des fibres extérieures au liber. De plus, leurs parois sont assez bien lignifiées ; elles se colorent assez bien, en effet, par le vert d'iode, *moins cependant que celles des éléments vasculaires et des cellules des rayons médullaires.*

La masse ligneuse est traversée par un assez grand nombre de *rayons médullaires* (20 à 25 observés sur nos coupes). Ces rayons sont très marqués, très visibles. Plusieurs, partant du liber normal, s'arrêtent plus ou moins loin à l'intérieur du bois, sans atteindre le centre.

Mais les plus nombreux traversent le bois tout entier. Ceux-ci sont tantôt rectilignes, tantôt légèrement arqués.

Ceux qui présentent la forme incurvée se montrent réunis en un groupe formé de 3-4-5 faisceaux, généralement disposés consécutivement et dont la courbure, d'ailleurs variable de l'un à l'autre, est dirigée dans le même sens.

Il est à remarquer, d'ailleurs, qu'à certains niveaux seulement, on observe une arcature de plusieurs rayons médullaires. A d'autres, tous les rayons sont rectilignes.

La largeur de ces parties de la masse ligneuse est fort variable. Tantôt elles comprennent une seule assise cellulaire, tantôt plusieurs, depuis 2 jusqu'à 7 ou 8.

Certains rayons médullaires comprennent à la partie extérieure un plus grand nombre d'assises qu'à leur partie intérieure. On peut en voir, par exemple, qui ont 3 assises vers la limite du liber et qui, quand ils se terminent sans atteindre le centre, n'en ont plus que 2. D'autres, de longueur également inférieure au rayon, débutent extérieurement par 3 assises, puis s'effilant en coin vers l'intérieur, n'offrent plus ensuite que 2, puis une seule assise. D'autres encore,

atteignant le centre présentent successivement de l'extérieur vers l'intérieur : 4, 3, 2, puis finalement une assise cellulaire ou même — toujours dans le même sens — successivement : cinq, quatre, trois, deux, une assise, etc.

Cependant, d'autres rayons médullaires conservent une largeur à peu près constante, indépendamment, bien entendu, des rayons formés par une seule file cellulaire, lesquels traversent soit tout, soit une partie seulement de la masse ligneuse.

Mais deux rayons offrent un aspect curieux et se retrouvent d'une façon constante dans toutes les coupes que nous avons examinées. Ils offrent fréquemment environ 6-7 assises cellulaires dont la plupart sont constituées par des éléments de plus grandes dimensions que les autres rayons médullaires. Ils ont donc une largeur notablement supérieure à celle des autres rayons. Ils sont dans le prolongement l'un de l'autre. Ils ne se rejoignent pas cependant, mais leurs extrémités intérieures restent à une petite distance l'une de l'autre, de part et d'autre du centre de lignification, séparées par un groupe ligneux central en majeure partie formé par des petits vaisseaux du bois, les premiers différenciés. Enfin, j'ai vu, très généralement, l'un d'eux un peu plus large que l'autre.

Comme ce centre de lignification, à un certain nombre de niveaux, ne correspond pas exactement au centre de figure de la coupe, il s'ensuit que sur les coupes correspondantes, l'un de ces larges rayons est plus court que l'autre, parfois même beaucoup, de moitié ou même plus. L'un d'eux, ai-je, dit s'est montré généralement un peu plus développé en largeur (même quelquefois très sensiblement plus) que l'autre et quand ils sont inégaux, c'est lui le plus court.

Ce dernier m'a toujours montré une forme plus ou moins évasée extérieurement ; l'extrémité intérieure est rendue un peu moins large que l'autre, soit par la suppression d'une assise cellulaire, soit simplement par rétrécissement des éléments ; quelquefois même, il se termine intérieurement en pointe presque franchement. L'autre rayon peut se montrer également rétréci, par perte d'une assise, ou simple réduction de largeur des éléments vers le centre de la coupe, mais moins sensiblement, et, en général, moins constamment ; fréquemment, par contre, il forme une bande de largeur à peu près partout la même.

De cette disposition, il résulte qu'un plan qui passerait par l'axe

commun à ces deux rayons, diviserait la masse ligneuse (et même toute la coupe) en deux moitiés symétriques à peu près égales reliées l'une à l'autre par une petite bande de communication qui est le groupe ligneux central dont il a été question plus haut, si bien que cet aspect en coupe transversale fait songer à celui que présente la substance grise de la moelle épinière (également en coupe transversale). Analogie de forme assez lointaine toutefois !

Ces rayons particuliers en question, sont d'ailleurs susceptibles de variations assez étendues en section transversale, à différents niveaux. Ils peuvent offrir 3 ou 4 assises cellulaires de large, seulement ; de sorte que certains de leurs congénères pourront en comprendre le même nombre, voire même plus.

Mais, toujours, ils se distingueront par leur position et par une largeur moyenne malgré tout plus grande, résultant d'une section plus forte de leurs cellules.

Disons un mot maintenant des éléments des rayons médullaires. Dans tous les rayons, ce sont des cellules dont les parois sont relativement minces et bien lignifiées, ayant beaucoup d'affinité pour le vert d'iode. Leur section est parfois subcarrée, plus souvent subrectangulaire, avec leur direction de plus grand allongement dirigée radialement.

La lignification s'est faite d'une façon curieuse. Vues de face, les parois se montrent constituées par une surface lignifiée (car elle fixe le vert d'iode), criblée de ponctuations circulaires, ou plus ou moins allongées, colorées en rose, donc purement cellulósiques. Elles sont en nombre assez variable, mais toujours considérable d'un élément à l'autre. Tantôt, on peut les voir distribuées en files radiales (2-3 jusqu'à 5-6), tantôt elles sont disséminées, çà et là, plus ou moins irrégulièrement, tantôt enfin, elles sont réparties en plages plus ou moins nettement circonscrites, séparées par des espaces sans ponctuations. Il y a aussi une sensible variation dans l'intensité de la ponctuation quant aux dimensions, toujours petites d'ailleurs, des plages cellulósiques. Le rapport de la surface cellulósique à la surface lignifiée varie donc d'un élément à l'autre dans des proportions notables, mais il paraît toujours bien plus petit que l'unité.

Les caractères que nous venons de décrire s'appliquent aussi bien aux éléments des grands rayons médullaires qu'à ceux des autres.

Mais voici les différences entre les cellules des uns et des autres :

1° La section des éléments est très généralement sensiblement plus grande dans les grands rayons médullaires ;

2° Il s'introduit fréquemment, dans ces derniers, parmi les éléments allongés radialement (et qui demeurent cependant, malgré tout, les plus nombreux), des éléments à section subcarrée disposés isolément, ou en files radiales formant une portion d'assise, ou même toute la longueur d'une assise.

Dans les autres rayons médullaires, les éléments se sont toujours montrés presque tous allongés dans le sens radial et la plupart très notablement.

Observation générale : Les grands rayons médullaires paraissent présenter leur largeur maximum aux niveaux correspondants, à l'insertion des radicules ou voisins de ceux-ci.

Les rayons médullaires découpent le reste de la masse ligneuse en secteurs plus ou moins larges. Dans ces secteurs, on trouve les *éléments vasculaires* noyés assez irrégulièrement, isolément ou par petits groupes variables en nombre, dans la trame formée par les éléments fibreux.

Leur calibre est toujours, bien que variable, extrêmement supérieur à celui des fibres. Comme il est naturel, c'est vers le centre que se trouvent concentrés les plus petits, les premiers formés. Ils constituent une grosse partie de ce massif ligneux central, situé entre les deux extrémités intérieures des grands rayons médullaires et dont il a été précédemment question.

Ononis breviflora D. C.

(Espèce annuelle).

De nombreux auteurs rangent cette espèce dans *O. viscosa* L. ; ainsi Nyman (*Conspectu de Floræ Europæ*), Rouy (*Flore de France*) pour qui c'est une sous-espèce du dit *O. viscosa*.

D'autres en font (Battandier) une espèce indépendante.

ÉTUDE DE LA TIGE

Étude d'une tige secondaire :

En section transversale, on remarque tout de suite deux régions anguleuses, opposées l'une à l'autre, mais une d'entre elles cependant fait saillie plus nettement que l'autre.

L'épiderme se compose de cellules à parois assez épaisses. Elles portent une cuticule nette, qui a fixé le vert d'iode, elle est d'ailleurs assez mince. Les éléments épidermiques sont isodiamétraux ou allongés légèrement dans le sens tangentiel.

L'assise parenchymateuse sous-jacente offre un caractère hypodermique assez bien marqué.

Les poils portés par l'épiderme sont assez longs. Ils comprennent 4, 5, 6 cellules. La basale ne s'est montrée guère plus large que les autres, mais plus haute cependant ; sa forme est tronconique, la petite base étant tournée vers le haut. La seconde cellule est parfois renflée en tonnelet. La dernière cellule peut être terminée par une tête globuleuse, curieusement ornée sur la paroi.

On trouve aussi des productions épidermiques formées d'une seule grosse cellule très saillante.

Dans les régions non anguleuses, l'épaisseur du parenchyme est de 4-5 assises cellulaires (en y comptant l'assise hypodermique) ; les cellules de ce tissu sont allongées tangentiellement. Les cellules épidermiques y sont isodiamétrales et non un peu allongées dans le sens tangentiel comme ailleurs. Dans les deux régions anguleuses, le parenchyme est plus épais (5-6 ou 7-8 assises), l'assise hypodermique bien mieux marquée. De plus, les 3-4 premières assises ont aussi des parois épaisses. On peut dire que là, l'hypoderme comprend plusieurs assises. Les cellules des assises sous-jacentes sont notablement plus minces de parois que les précédentes, mais elles sont bien moins allongées tangentiellement que les cellules parenchymateuses des régions non anguleuses ; elles sont même *presque isodiamétrales*. Un caractère qui se montre d'une façon constante en coupe transversale est la présence — à une assez petite distance de l'angle le moins saillant — d'une expansion, d'une excroissance de la surface, de longueur égale au double environ de la largeur du parenchyme cortical. Son revêtement est naturellement constitué par des cellules épidermiques en continuité avec le reste de l'épiderme.

Ces cellules sont isodiamétrales ; de plus, leurs parois sont très épaisses, bien plus épaisses que partout ailleurs, surtout les parois tangentielles.

L'intérieur de l'expansion est constitué par une agglomération de cellules semblables, à parois peut-être plus épaisses encore, au nombre d'une quinzaine environ; disposées sur trois rangs.

Cependant, si épaisses que soient les parois des éléments de cette expansion, ils ne se colorent pas en vert par le vert d'iode, mais fixent, au contraire, fortement le carmin ; il s'agit donc là de *collenchyme*. Les saillies en question sont donc uniquement formées, en somme, par cette variété de tissu.

Immédiatement après le tissu parenchymateux décrit, vient du *sclérenchyme* qui forme un anneau d'épaisseur assez variable, presque continu. A un petit grossissement, on voit déjà qu'il se compose d'élts plus ou moins distincts. A un plus gros, on s'aperçoit qu'ils sont ou soudés, ou en contact direct, ou qu'ils admettent, seulement pour les séparer, une très mince étendue de parenchyme. L'épaisseur varie de 4-5 à 8-10 assises. On doit qualifier ce tissu de *sclérenchyme*. Ses parois cellulaires sont plus épaisses que celle d'un tissu parenchymateux lignifié — et moins épaisses que celles d'un tissu fibreux caractérisé. Et sur elles, le vert d'iode mord très mal ; la lamelle moyenne a même retenu le carmin ; la lignification en est donc assez peu avancée.

Sous cet anneau de *sclérenchyme*, vient un *anneau de liber* qui est continu, mais n'a pas une épaisseur constante. Ses affaiblissements et ses renforcements ne correspondent pas forcément à ceux de la couche *sclérenchymateuse*. Son épaisseur varie de deux à une dizaine d'assises.

Ce liber est par sa position un *liber normal*. Sous lui vient un *anneau de bois*, d'épaisseur assez constante. (Si on assimile la coupe transversale à une ellipse, il représente à peu près le $\frac{1}{4}$ du demi-grand axe). Ses éléments sont disposés par files régulièrement radiales ; le calibre en est variable. On trouve d'assez gros vaisseaux ligneux. L'épaisseur de parois des éléments vasculaires ou de soutien ne diffère pas beaucoup ; les derniers, en somme, n'ont pas une membrane très épaisse. On voit souvent déroulés les trachées spirales des vaisseaux contigus à la moelle.

Vers la limite ligno-médullaire, on aperçoit parfois des groupes

de petits éléments celluloseux qui peuvent même s'insinuer entre les vaisseaux du bois sur une certaine longueur.

Il semble que parfois, parmi ces éléments, il peut s'en trouver offrant l'aspect de ceux du liber ordinaire. Il s'agirait donc de *liber interne ou anormal*.

La moelle est formée de grandes cellules de parenchyme, à parois fort minces, se déchirant facilement, nullement lignifiées. Elle est relativement très développée et sur une coupe transversale, couvre environ les $\frac{3}{4}$ de la surface totale de section.

Le calibre des cellules va en croissant de la périphérie vers le centre de la moelle.

Étude d'une tige principale (plus âgée, au voisinage du collet).

Voici les principales différences, avec la description précédente, qui sont à signaler ici :

Dans cette tige plus âgée, le *parenchyme cortical*, compris entre l'épiderme et le sclérenchyme extra-libérien, prend partout des caractères d'hypoderme, de collenchyme.

Le dit sclérenchyme extra-libérien ne mérite même plus ce nom, mais celui de tissu fibreux. Les parois cellulaires sont, en effet, de très forte épaisseur et la lumière des éléments très réduite. Les membranes sont faiblement lignifiées ; le vert d'iode n'a qu'à peine mordu sur elles, alors qu'il s'est fixé très vivement sur les autres tissus lignifiés ; leur lamelle moyenne a même fixé en rose le carmin.

Les éléments de soutien ligneux ont des parois sensiblement plus épaisses que celles des éléments correspondants de la tige examinée tout à l'heure. La largeur de l'anneau ligneux, en coupe transversale, est proportionnellement plus grande.

L'appendice collenchymateux, dont il a été question à propos de la tige jeune, ne se retrouve pas d'une façon constante dans la tige âgée.

A signaler encore une différenciation bien indiquée de rayons médullaires, à 1-2 assises de cellules à parois lignifiées mais assez minces ; à section, en général, allongée radialement.

ÉTUDE DE LA RACINE

Il a été étudié *la racine principale* au voisinage du collet.

En voici les caractéristiques anatomiques principales :

On trouve successivement, de l'extérieur vers l'intérieur :

Un *liège* typique, à cellules très allongées tangentiellement, à section rectangulaire, à parois retenant bien le vert d'iode.

L'*assise subéro-phellodermique* est très bien indiquée et engendre vers l'intérieur un parenchyme phellodermique ; sept-huit assises parenchymateuses séparent le liège du liber.

Dans tout ce parenchyme, sont éparses par petits groupes ou isolément distribuées d'une façon très irrégulière, des fibres à section aplatie, à parois épaisses, à lumière petite et allongée, à membrane prenant mal le vert d'iode, donc à lignification faible.

Puis vient un *liber* pas très épais. Le cambium, sur certaines préparations, peut être bien nettement visible.

L'épaisseur du bois est proportionnellement considérable. Il occupe une largeur égale aux 9/10 environ de celle de la coupe.

Il s'étend jusqu'au centre, où ne se trouve nul élément à membrane purement cellulosique.

Le calibre des éléments vasculaires est fort variable. Les plus petits se trouvent naturellement vers le centre.

De beaucoup plus nombreux éléments de soutien, de calibre beaucoup plus petit, les accompagnent ; les parois en sont épaisses, on peut même dire qu'ils présentent un caractère fibreux assez bien accusé. Les vaisseaux se répartissent assez régulièrement sur une dizaine de cercles concentriques. Les *rayons médullaires*, nettement caractérisés, très visibles, sont de plusieurs sortes. Les uns, relativement larges, se composent, à leur plus grande largeur, de 3, 4 ou 5 assises de parenchyme, dont les cellules quasi-rectangulaires sont disposées en files radiales très régulières et sont allongées, très généralement, d'une façon notable dans le sens radial.

Quelques-uns de ces rayons n'ont que deux assises possédant d'ailleurs les mêmes caractères, et font transition entre les précédents et les suivants.

Quand ces rayons médullaires sont ainsi à plusieurs assises de cellules, ils sont toujours moins larges à la base, vers le centre de la coupe que vers la périphérie (Je parle ici seulement des rayons qui s'étendent jusqu'au centre de la coupe).

On peut en voir, par exemple, qui ont trois assises vers la périphérie, deux plus bas, puis tout à fait vers le centre une seule. Enfin,

d'autres rayons médullaires ne sont composés que d'une seule file de cellules.

Au sujet de l'étendue radiale de ces rayons :

1° La majorité des rayons médullaires, traversant tout le bois, vont jusqu'au centre de la coupe ;

2° D'autres s'arrêtent plus ou moins loin, en partant de la périphérie, et n'atteignent pas le centre.

Ces observations concernent aussi bien les rayons à une assise que ceux à plusieurs assises de cellules.

Remarque importante : Les parois des cellules du parenchyme qui constitue les rayons médullaires sont minces, mais lignifiées. Déjà, à un petit grossissement (objectif n° 3, Leitz), on soupçonne des ornements lignifiés sur les parois des cellules.

A un plus fort grossissement, on se rend compte qu'ils fixent bien le vert d'iode. La lignine ménage des ponctuations rondes, relativement grandes, de cellulose pure. Aspect comparable, en somme, à celui d'un vaisseau réticulé ou ponctué avec de larges pores.

ÉTUDE DU FRUIT

La constitution des parois du fruit est fort simple.

Le revêtement externe est formé par un *épiderme* portant de nombreuses productions en saillie : les unes, unicellulaires, formées d'un élément très saillant, arrondi en une tête globuleuse, ou au contraire, plus ou moins rétréci, cunéiforme vers l'extérieur ; les autres, pluri-cellulaires, présentent une file de 2-3 cellules ou encore se composent d'une file très généralement de 4, 5 ou même 6 cellules dont la section est celle d'un tronc de cône par un plan passant par son axe avec trace de la petite base en haut (sauf la dernière), et de largeur moyenne, régulièrement décroissante à partir de la basale qui est plus courte, d'où un amincissement progressif de la base à l'extrémité. La terminale porte à son extrémité une petite tête ovoïde, curieusement ornée. Les plus courts de ces poils pluricellulaires ont une basale à partie inférieure relativement très élargie ; l'ensemble s'amincit plus vite de la basale vers l'extérieur.

L'épaisseur des parois sur les flancs est formée de 7-8 assises environ de cellules parenchymateuses, cellulosiques, de grandes dimensions ; de place en place y sont disséminés quelques petits

groupes formés de quelques vaisseaux libériens et ligneux, ce sont les nervures.

Vient ensuite une *couche sclérifiée interne*, à peu près aussi large què le parenchyme mou, difficile d'ailleurs à obtenir bien nette en coupe ; enfin, intérieurement, une mince bande formée de parenchyme et d'épiderme interne qui tapisse cette couche sclérifiée (2-3 assises y compris l'épiderme) et dont les cellules sont très notablement allongées tangentiellement. L'allongement des éléments de cette couche est uniforme et croisé obliquement par rapport à celui des cellules sclérenchymateuses de la région dorsale et de la région placentaire (1).

Lesdits éléments paraissent généralement plus allongés tangentiellement que radialement, en coupe transversale, et à parois moyennement épaisses, moins épaisses que les éléments sclérifiés de la région placentaire et de la région dorsale. Celles-ci sont bien visibles en coupe transversale.

La *région placentaire* offre un double paquet sclérenchymateux, composé de deux moitiés symétriques, disposées de part et d'autre du plan de symétrie du fruit passant par la nervure dorsale. Ces deux parties ne sont pas absolument au contact, mais s'unissent par l'intermédiaire d'une mince assise de parenchyme, témoin de la suture des deux bords de la feuille carpellaire ; de plus, c'est précisément vers cette zone d'union que l'épaisseur de chacune d'elles est plus grande (environ 7-8 assises) ; d'autre part, les faces qui se regardent sont de section rectiligne comme la bande de parenchyme séparatrice. Vers le milieu de chacune de ces parties sclérifiées, l'épaisseur n'est que de 3-4 assises (elle peut descendre même jusqu'à deux) ; aux deux bouts, elles se renflent et prennent 4-5 assises cellulaires d'épaisseur, vers leurs extrémités non rapprochées l'une de l'autre.

L'ensemble figure, en section transversale, un triangle dont la base imaginaire et rectiligne est perpendiculaire au plan de symétrie séparateur des deux valves ; les deux sommets placés à droite et à gauche sont remplacés par deux massifs subelliptiques qui correspondent, comme nous l'avons vu, à une augmentation du nombre

(1) Cette couche sclérifiée présente deux très étroites solutions de continuité vers le plan de symétrie bilatérale : une dorsale et une placentaire.

d'assises d'épaisseur. Ces massifs ont leur plus grande direction d'allongement, en général, fortement déjetée vers l'intérieur.

Les parois des éléments constitutifs de cet ensemble sont épaisses. C'est là un *tissu sclérenchymateux* bien caractérisé. L'épaississement de la membrane cellulaire est notablement plus grand que dans la couche sclérifiée interne. Mais la section reste à peu près la même.

Les grandes cellules du parenchyme ordinaire, que nous avons signalées sur les flancs, précèdent ce double faisceau sclérifié, au nombre approximatif de 4-5-6 assises, sauf juste en face le sommet impair du triangle qu'il forme approximativement. Dans cette région (c'est-à-dire le passage du plan de symétrie bilatéral de l'organe), le conjonctif mou est bien moins épais (1-2 assises).

Dans la concavité de ce système, entre son bord interne et la couche sclérifiée, on observe le *parenchyme placentaire*, tissu très dense, formé d'un très grand nombre de petites cellules. Il se glisse en une large bande, entre les couches sclérifiées de chacune des valves.

On y trouve noyées des nervures (4-5) formées de quelques vaisseaux ligneux (en moyenne 5-6 à une dizaine, approximativement) et libériens.

L'allongement des cellules est le même dans ces faisceaux libéro-ligneux que dans le massif sclérenchymateux.

Les vaisseaux du bois, là comme d'ailleurs dans les nervures des flancs et les nervures dorsales, ont un calibre relativement grand, souvent comparable ou guère plus petit que celui des cellules du sclérenchyme.

La *région dorsale* montre encore un groupe sclérenchymateux, situés sous 2-3 assises du conjonctif mou ordinaire. Il a la forme en coupe transversale d'une bande, qui, plus large vers les extrémités (3-4 assises), va en s'amincissant vers le milieu que traverse le plan de symétrie séparateur des deux valves. Là, l'affaiblissement est considérable, au point que la largeur de la bande sclérifiée est réduite à celle d'un élément cellulaire.

Il peut même y avoir à certains niveaux une discontinuité nette tenant la place de cet affaiblissement, et on a alors deux bandes sclérifiées. Entre cette masse sclérenchymateuse et la couche interne, on trouve du parenchyme formé de cellules nombreuses, beaucoup

plus petites que celles du reste du conjonctif mou, formant un tissu dense, serré, dans lequel sont noyés 2-3-4 (environ) petits faisceaux libéro-ligneux, semblables à ceux qui forment les nervures placentaires et latérales (bien entendu, dans ces faisceaux, comme toujours, le bois regarde vers l'intérieur de la cavité du fruit et le liber vers l'extérieur). La couche sclérifiée interne n'est pas continue dans la région dorsale, et ce tissu envoie une mince bande qui sépare les deux moitiés de ladite couche dans la région en question (7-8 assises).

La dite bande se relie à la bande de parenchyme intérieure, à la couche sclérifiée, par un massif qui, épais d'abord en face de la ligne dorsale, s'affaiblit, s'amincit à droite et à gauche en passant à la mince couche de conjonctif qui tapisse la cavité péricarpique.

Ononis cenisia L.

(Espèce vivace).

ÉTUDE DE LA TIGE

Un **rameau jeune** montre en coupe transversale ?

1° Un *épiderme* à cellules isodiamétrales ou un peu allongées tangentiellement. Leurs parois tangentielles intérieures et extérieures sont épaisses, surtout la paroi extérieure qui débute par une cuticule nette qui fixe bien le vert d'iode. Puis vient un *parenchyme cellulosique*. Ses cellules vont généralement en croissant assez régulièrement de calibre, de l'extérieur vers l'intérieur. Son épaisseur est assez variable ; suivant les régions d'une même coupe, elle compte depuis 3 jusqu'à 6-7 assises cellulaires.

Dans ce parenchyme, *uniquement dans ce parenchyme*, sans que nul élément libérien s'immisce entre eux, on trouve noyées des masses fibreuses, dont la limite interne coïncide avec celle du liber normal (on peut donc les rapporter au péricycle). Il est à remarquer, dès à présent, que la section transversale de la tige offre l'aspect d'un quadrilatère à angles arrondis, dont deux côtés qui se coupent sont sensiblement plus courts que les deux autres côtés.

Les masses fibreuses sont de développement tangentiel très variable ; certaines atteignent une longueur dans ce sens égale à un côté petit ou grand de la coupe ; d'autres sont plus courtes. Mais comme elles sont, ou très voisines, ou en contact les unes avec les autres, on peut dire qu'on a affaire en somme à un anneau fibreux présentant quelques discontinuités.

Or, ce qui produit les discontinuités dans l'anneau fibreux, ce sont des avancées de parenchyme qui arrivent jusqu'au liber. Nous avons constaté que les bandes sclérifiées quand elles sont séparées, en effet, ne le sont que par une, deux ou trois largeurs de cellules parenchymateuses. Mais ce qui est curieux à observer, c'est que, souvent, les cellules conjonctives séparatrices des deux extrémités les plus voisines de deux bandes successives, ont *des parois notablement plus épaisses que celles du parenchyme sus-jacent*. Elles restent, d'ailleurs, toujours purement cellulodiques, car elles fixent le carmin et non le vert d'iode. Ce cas, je le répète, est fréquent, mais cependant ne se présente pas toujours ; d'autres bandes sont en effet séparées par des cellules parenchymateuses ordinaires. L'épaisseur à peu près constante sur la plus grande partie de leur trajet de ces bandes sclérifiées est de 4-5 assises cellulaires. Les parois des éléments fibreux sont épaisses. La forme de la section est variable, souvent aplatie — ou encore, plus ou moins circulaire ou elliptique — triangulaire, ou même fort irrégulière, etc. La lumière, qu'elle soit allongée ou non, est très généralement fort restreinte, assez souvent même presque punctiforme ou linéaire. La lignification de la membrane est faible : le vert d'iode est mal fixé par elle.

Le *liber normal* forme un anneau dont l'épaisseur est variable. Très généralement cette épaisseur est minimum dans les régions où il y a discontinuité de l'anneau fibreux, elle atteint 1-2-3 assises ; elle peut même se réduire à zéro et l'anneau de liber subir alors une coupure. Alors, le parenchyme atteint le bois. Sous les bandes sclérifiées, elle est beaucoup plus considérable, facilement de l'ordre d'une douzaine d'assises. En certaines de ces régions, tous les éléments libériens ne paraissent pas encore complètement différenciés, fraîchement issus qu'ils sont de l'activité du cambium.

Le bois secondaire définitif n'apparaît pas comme complètement différencié. Le cambium, apparu entre le liber et le bois et dans les

rayons médullaires primaires, a donné naissance, vers l'intérieur, à des éléments ligneux : vaisseaux du bois, cellules de calibre souvent assez grand (cellules ligneuses) ; çà et là, quelques éléments fibreux à parois épaisses, à lumière très réduite. Mais on rencontre aussi beaucoup de cellules de parois déjà pourtant très nettement lignifiées, mais dont la disposition régulière, la section rectangulaire plus ou moins allongée tangentielllement montre que leur différenciation n'est point encore terminée.

L'épaisseur maximum du bois est, en moyenne, à peu près la moitié du reste de l'épaisseur totale des autres tissus plus extérieurs. Elle est d'ailleurs variable. Aux angles de la coupe elle est toujours plus faible, elle peut n'atteindre même que la moitié de l'épaisseur maximum qui a lieu sur la moitié de chaque côté du quadrilatère. De cette région elle va de chaque côté en décroissant assez régulièrement vers les angles, de sorte que la limite bois-moelle offre une forme convexe vers l'axe de la tige pour chacun des côtés du quadrilatère ligneux. Vers cette limite on aperçoit quelques éléments dont l'aspect ressemble à celui des éléments du liber normal. Il s'agit vraisemblablement d'éléments libériens internes, donc anormaux ; ils sont petits, fort rares et isolés. Ils sont bien visibles seulement à un fort grossissement (objectif n° 7 Leitz, et oculaire tiré à fond).

La moelle est formée de cellules à parois très minces, plus minces que celles du parenchyme et se déchirant facilement. Leur section va en croissant assez régulièrement de la périphérie vers le centre. Très généralement, elle est relativement fort grande ; les cellules médullaires sont les plus grandes de toutes celles de l'organe examiné.

Etude d'une tige plus âgée.

Examinons, à sa partie inférieure, une tige déjà assez grosse, plus âgée par conséquent.

Nous pouvons saisir ici, en pleine activité de formation, les *productions subéro-phellodermiques*.

Voici en effet ce que nous voyons, en coupe transversale, à l'extérieur du cylindre central.

D'abord, un *épiderme* formé de cellules toutes petites, beaucoup plus petites que la majeure partie des cellules parenchymateuses corticales sous-jacentes. Ces cellules sont épaisses, de parois nota-

blement allongées dans le sens tangentiel, et la cuticule qui recouvre la paroi tangentielle extérieure et qui fixe le vert d'iode, dénote bien la nature épidermique de ces éléments.

Il s'ensuit donc que le parenchyme, qu'on va trouver au-dessous, doit être cortical, jusqu'au liège du moins. Sa première assise vers l'extérieur, par la régularité de la disposition et l'allongement tangentiel de ses cellules, dont les parois sont presque aussi épaisses que celles des éléments de l'épiderme, par son aspect semblable, d'une manière générale, à celui de ce tissu, joue vis-à-vis de celui-ci, peut-on dire, le rôle d'un *hypoderme*. Les autres assises corticales qui viennent plus profondément, sont composées de parenchyme cellulosique, dont les cellules ont des parois plus minces, une section notablement plus grande.

Puis viennent les formations subéro-phellodermiques.

Après les 4-5 assises (y compris l'hypoderme) corticales on voit, vers l'intérieur, un *liège* formé, en moyenne peut-on dire, d'environ une demi-douzaine d'assises.

C'est un liège typique, à cellules de section rectangulaire, allongées tangentiellement et à parois retenant fortement le vert d'iode. Ses éléments sont disposés régulièrement.

A ce liège succède un *parenchyme* qui, en partie tout au moins, est phellodermique. Il est engendré, avec le liège, par une *assise subérophellodermique* très nette. En effet, on voit à la limite liège-parenchyme interne, quelques couches de cellules disposées régulièrement en files radiales, à section rectangulaire, fort allongée tangentiellement : tous les caractères, en un mot, qui permettent de déterminer dans une certaine région la présence d'une assise génératrice. Le liège, né dans les couches profondes de l'écorce, doit exfolier tout le tissu cortical et épidermique extérieur à lui. On voit en effet, très nettement, sur plusieurs coupes, celui-ci en voie d'exfoliation.

Le *parenchyme interne* offre à peu près le même nombre d'assises que le tissu externe purement cortical. Mais, d'une manière générale, le calibre cellulaire y est sensiblement plus restreint. Reposant par leur base interne sur le liber normal, et d'autre part, en contact par tout le reste de leur contour avec ce parenchyme, nous trouvons encore des *paquets fibreux*, formés d'éléments fibreux tout à fait semblables à ceux que nous avons trouvés tout à l'heure dans la tige

jeune (donc : parois épaisses, lumière étroite, fixation imparfaite du vert d'iode). Seulement, il serait tout à fait abusif de parler ici d'anneau fibreux ; en effet, tous ces paquets fibreux sont — cela attire de suite l'attention — beaucoup plus distants les uns des autres ; leur longueur tangentielle totale représente une bien plus petite fraction de la longueur du périmètre du cylindre central. Ils sont espacés très irrégulièrement dans une même coupe ; certains beaucoup, d'autres relativement peu, mais, d'une manière générale, encore une fois, beaucoup plus que dans l'exemplaire précédemment examiné.

De même, leur forme et leur importance sont très variables. Les uns ont un aspect plus ou moins lenticulaire en coupe transversale ; d'autres figurent plus ou moins exactement un rectangle, une agglomération plus ou moins circulaire, etc. Leur largeur tangentielle est également sujette à de grandes variations. Quant à leur nombre d'éléments, qu'il suffise de dire qu'on en voit certains qui en comptent 4-5, et d'autres un nombre de l'ordre de soixante.

L'impression générale, c'est en somme qu'ici la proportion d'éléments fibreux externes, par rapport au reste des tissus, est beaucoup moins élevée que dans l'exemple précédent.

Quant au *liber normal*, rien à en dire, sinon qu'il est exempt de fibres et que l'anneau qu'il forme est sectionné en quelques endroits par des avancées de parenchyme qui arrivent jusqu'au bois. Nous reviendrons d'ailleurs bientôt sur ce dernier point.

Le *bois* a un aspect hétérogène, différencié, très net. On y distingue nettement : des éléments de soutien, les éléments vasculaires (avec les cellules ligneuses) et les éléments des rayons médullaires.

Les *éléments de soutien* sont nettement fibreux. Leur proportion dans le bois est très élevée ; ce sont les plus abondants. De section à peu près circulaire ou plus ou moins aplatie, ils ont une paroi épaisse, une lumière faible, allongée ou non dans un sens, mais toujours fort restreinte, pouvant même devenir presque punctiforme ou linéaire, en coupe transversale. Leurs parois sont fort épaisses et prennent bien le vert d'iode, à la différence de celles des fibres extérieures ; donc elles sont bien lignifiées. D'une manière générale, leur section paraît un peu plus petite que celle des dites fibres extérieures.

Les *éléments vasculaires*, de calibre pas très grand, sont disposés

assez irrégulièrement ; mais ils se massent en grand nombre vers le côté interne du bois d'une façon notable ; là, leur proportion est très élevée et celle des éléments fibreux faible.

Les *rayons médullaires* sont nombreux. Le plus grand nombre d'entre eux traverse tout le bois. Quelques-uns pourtant, partant soit de la limite externe, soit de la limite interne de celui-ci, le traversent seulement en partie.

Leurs éléments sont tout petits et très généralement allongés radialement en coupe transversale. Leurs parois, vues de face, sont couvertes d'un *reticulum* lignifié, large, ménageant de petites ponctuations cellulósiques. Le plus grand nombre offre une ou deux assises d'épaisseur (quelquefois une sur une partie de leur trajet et deux sur le reste), ce qui correspond à une grande étroitesse. Ils découpent la masse ligneuse en nombreuses et étroites bandes. Quelques-uns sont cependant plus larges (environ 3-4 assises) ; la plupart de leurs éléments se montrent alors, en général, un peu plus grands, plus élargis tangentiellement que les autres, ce qui contribue encore à augmenter l'épaisseur de l'ensemble. Je les ai toujours vus se détacher des angles (1) de la limite du bois dont nous allons parler. J'ai observé que leur nombre variait de 2 à 8. (Il y en a huit quand les quatre angles en étaient pourvus chacun de deux).

Ajoutons, pour en finir avec les rayons médullaires, qu'un petit nombre d'entre eux se prolongent à travers le liber normal par des files parenchymateuses qui incisent celui-ci.

Nous venons de faire allusion à la limite ligno-médullaire. Celle-ci a conservé, en coupe transversale, encore dans une certaine mesure, la forme qu'elle nous a montrée précédemment : une forme quadrilatérale avec quatre angles saillants. C'est de ces angles que l'on voit se détacher les rayons médullaires plus larges que les autres. Les côtés de la figure formée sont courbes et présentent deux ou trois sinuosités convexes, soit vers la moelle, soit vers l'extérieur, bordées surtout par les éléments vasculaires du bois grâce à la concentration de ceux-ci vers la limite intérieure de ce tissu.

Il paraît bien cependant résulter de l'examen d'un grand nombre

(1) Parfois on en peut voir, issus de cette région, posséder trois assises vers leur point de départ, n'en plus conserver que deux à une certaine distance et enfin se terminer à la limite externe du bois par une seule assise ; ou encore, d'autres commencer à la moelle par quatre assises et finir au liber par trois.

de coupes que cette concentration est notablement moins accentuée dans la région des angles).

Or, toujours ces sinuosités ainsi que le fond des régions anguleuses se sont montrées garnies d'un tissu formé d'éléments de petite taille, à parois cellulósiques, qui semble bien, par son aspect, devoir être classé comme *liber interne*, donc anormal. Il est d'ailleurs relativement abondant (quoique l'importance de chacun des paquets libériens internes soit variable sur une même coupe et à différents niveaux, elle reste toujours assez grande). Les éléments constitutifs sont tout à fait semblables d'aspect aux éléments libériens normaux. Au fond de certains des quatre angles de la limite ligno-médullaire (de un, deux ou trois selon le niveau), on trouve souvent des agglomérations particulièrement importantes de ce tissu cribreux interne, dont le rôle physiologique ne doit, certes, être nullement négligeable (parfois, il renferme quelques éléments plus grands et simplement parenchymateux). Le dit tissu a une tendance marquée à s'infiltrer en trainées radiales plus ou moins loin vers l'extérieur, entre les éléments ligneux. De plus, souvent — pas toujours cependant — ces paquets de *liber anormal* accompagnent une lacune, une petite cavité dont ils garnissent le pourtour totalement ou partiellement. Nous allons retrouver de semblables particularités chez *Ononis fruticosa* L.

La plus grande partie de la *moelle* est formée de grandes cellules à contour à peu près circulaire, à parois bien lignifiées. Vues de face, elles montrent, sur un fond coloré par le vert d'iode, un certain nombre de toutes petites ponctuations cellulósiques fixant le carmin. On voit ces ponctuations traverser les couches concentriques superposées de la paroi coupée transversalement en formant de petits canaux radiaires. Il faut d'ailleurs, pour cela, un assez fort grossissement (n° 7, Leitz). Les cellules périphériques de la moelle sont notablement plus petites que les autres et de section, soit circulaire, soit souvent aussi elliptiques.

ÉTUDE DU PÉDONCULE DU FRUIT

Nous avons étudié aussi le pédoncule du fruit, après la maturité de celui-ci.

Ce pédoncule est à un certain endroit de son parcours infléchi,

géniculé, articulé. Les coupes ont porté : 1° entre le fruit et la géniculation ; 2° sous la géniculation.

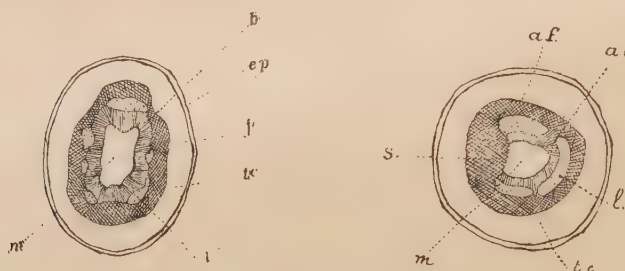
1° ENTRE LE FRUIT ET LA GÉNICULATION

La coupe débute par un *épiderme* dont les cellules isodiamétrales ont des parois très épaisses — surtout les tangentiellles extérieures —, une section subcarrée. La membrane externe est superficiellement cutinisée ; j'y ai observé des poils, débutant par une basale élargie à la base, moins large à son sommet ; puis viennent deux cellules intermédiaires, allongées suivant l'axe du poil, et enfin une dernière cellule terminée par une tête étranglée en son milieu.

Vient ensuite un *hypoderme* net ; ses cellules ont un aspect en coupe transversale voisin des cellules épidermiques ; comme elles, elles sont isodiamétrales. Les parois sont également épaisses, quoique moins que celles des éléments de l'épiderme, mais cellulodiques.

Les cellules du parenchyme sous-jacent sont sensiblement plus grandes, à parois plus minces et toujours cellulodiques. La largeur du conjonctif sous-épidermique est assez variable (observé de 4-5 assises à 7-8 environ).

Ce qui est remarquable, c'est la *disposition des éléments lignifiés*. L'aspect est assez variable avec les niveaux examinés.



ONONIS CENISIA L.

PÉDONCULE DU FRUIT AVANT L'ARTICULATION : *b*, bois ; *ep*, épiderme ; *f*, fibres ; *tc*, tissu cortical ; *m*, moelle ; *l*, liber.

PÉDONCULE ENTRE CE FRUIT ET L'ARTICULATION : *af*, anneau fibreux ; *al*, anneau ligneux ; *tc*, tissu cortical ; *m*, moelle ; *s*, sclérenchyme unitif des deux anneaux ; *l*, liber.

A certains niveaux, on observe une *masse* relativement importante *formée uniquement d'éléments fibreux*, ayant très bien pris le

vert d'iode, donc bien lignifiés. Elle compte facilement une dizaine, une douzaine d'assises dans son épaisseur qui est à peu près constante.

Il se détache de cette masse deux branches, à droite et à gauche qui, d'abord fort épaisses, réduisent cette épaisseur graduellement. Elles se rejoignent en formant un anneau complet. Le système fait penser, en coupe transversale, à une sorte de bague, dont la grosse masse fibreuse figure la pierre enchâssée qu'elle porte.

Les fibres de cette masse ont un calibre fort variable : tantôt relativement fort grand, tantôt tout petit.

Leur forme est variable, plus ou moins circulaire, plus ou moins aplatie, subpolygonale, etc. Les parois sont très épaisses, la lumière plus ou moins ronde, ou bien allongée, mais presque toujours fort restreinte, pouvant même s'offrir en coupe transversale, presque punctiforme ou linéaire. Dans la partie annulaire du système fibreux, l'épaisseur du tissu sclérifié est beaucoup moindre, surtout à l'opposé de la masse lignifiée (on peut dire 3-4 assises environ). La grande majorité des fibres ont à peu près la même taille que les petits éléments du gros massif fibreux, les grands éléments y sont rares.

Sous l'anneau fibreux vient un *anneau de liber* assez épais (4-5 à 7-8 assises environ), d'ailleurs moins long, lui aussi, qu'une circonférence entière, car il est limité à droite et à gauche par le cul-de-sac formé par le raccord des deux anneaux fibreux et ligneux.

Enfin, partant aussi de la masse fibreuse, un peu au-dessous du précédent, existe aussi un *anneau ligneux*, courant à peu près parallèlement à celui-ci et formant la limite interne du liber.

Cet anneau ligneux comprend, en majeure partie, des éléments de soutien qui sont, pour une part, des *éléments fibreux* dont la section est à peu près aussi grande que celle des petites fibres de l'anneau fibreux extérieur.

Cette section est souvent aplatie, d'autres fois plus ou moins ronde ou polygonale, etc. La lumière, toujours très faible, peut être plus ou moins arrondie, mais souvent elle est aplatie ; elle peut se restreindre jusqu'à devenir, en coupe transversale, presque punctiforme ou linéaire. A côté de ces éléments fibreux, on trouve des éléments que l'on doit qualifier de *sclérenchymateux*, à cause de leur calibre relativement grand, de leurs parois, toujours épaisses, mais ménageant une large lumière ; leur section est carrée ou polygonale.

Enfin, répartis en groupes isolés dans la partie la plus intérieure de l'anneau ligneux, jusqu'au parenchyme intérieur, se trouvent *les éléments vasculaires* répartis au niveau examiné en trois groupes distincts.

Vient ensuite un *tissu parenchymateux* intérieur au bois, médullaire par conséquent, enclavé entre l'anneau ligneux et la masse fibreuse. Il est formé de grandes cellules dans la plus grande partie de sa masse, cellules dont les parois sont fort minces et purement cellulósiques. La zone cellulaire située tout contre le bois a des éléments plus petits que le reste du tissu médullaire.

A d'autres niveaux, toujours entre la base du fruit et la géniculation, peu de chose à signaler au point de vue des différences de disposition des tissus. La seule modification importante est la *présence d'un nombre variable de cordons anastomotiques fibreux*. J'en ai observé depuis un jusqu'à cinq réunissant l'un à l'autre, dans les régions les plus variables, l'anneau fibreux et l'anneau ligneux et incisant par conséquent le liber interposé entre eux, le morcelant en tronçons séparés.

Disons, pour terminer, que, d'une manière générale, l'anneau ligneux paraît avoir une largeur un peu plus grande que l'anneau fibreux quand celui-ci atteint sa largeur minimum.

Notons encore que dans la région de l'anneau fibreux opposée à la masse fibreuse principale, très souvent la plus grande partie des éléments a souvent mal fixé le vert d'iode, indice d'une lignification point très avancée.

2. STRUCTURE ENTRE LA BASE DU PÉDONCULE ET LA GÉNICULATION

Il y aura maintenant peu de chose à dire quant à la description des coupes pratiquées sur le pédoncule, mais entre sa base et la géniculation, sous celle-ci par conséquent.

En effet, *l'aspect d'une coupe transversale n'est pas très différent de celui d'une tige jeune*, cas précédemment examiné. C'est en somme le même schéma dans ses grandes lignes.

Nous avons d'abord un *épiderme* à cellules isodiamétrales et dont la paroi est beaucoup moins épaisse que dans les coupes examinées précédemment.

L'assise parenchymateuse sous-jacente n'a pas de parois épaisses non plus ; rien ne la distingue des autres ; elle n'offre pas, en un

mot, de caractères hypodermiques. Y compris cette assise, la largeur du parenchyme est de 4-5 assises environ, de cellules minces à parois cellulósiques.

Ici, l'anneau fibreux qui précède le liber s'est toujours montré continu ; il offre seulement des affaiblissements qui peuvent l'amener à ne plus avoir qu'une largeur de cellule. Les maxima d'épaisseur peuvent offrir 7 ou 8 assises, mais ceci est variable. A certains niveaux, les affaiblissements sont mieux marqués qu'à d'autres ; ils peuvent être même peu indiqués. Comme dans un rameau jeune, *les fibres de cet anneau fixent mal le vert d'iode.*

Une différence importante, par exemple, en coupe transversale, entre une jeune tige et ce pédoncule dans la région étudiée, est que *le liber est ici morcelé en îlots* (5-6 à une dizaine, généralement observés) de dimensions très variables sur une même coupe : les uns tout petits, les autres fort étendus. Ils sont très notablement distants les uns des autres et le plus souvent, le bois se creuse en quelque sorte en coupe pour les recevoir. Là où il n'y a pas de liber, les fibres pré-libériennes arrivent au contact avec le bois (voir fig. 4).

Quant au bois, il offre à peu près la même largeur relative que dans la tige jeune ordinaire. Seulement, on y voit ici un certain nombre d'éléments de grand calibre, à parois assez épaisses et tendant dans une certaine mesure vers le sclérenchyme.

Pour la moelle, les cellules sont encore larges, à parois minces et cellulósiques. Vers la limite du bois, leur calibre est plus faible.

Notons que, d'une manière générale, les coupes, dans la région étudiée, ont une forme circulaire ou elliptique.

Il résulte donc de tout ceci que *la partie pédonculaire, véritablement différenciée*, est la première examinée, *celle qui est comprise entre le fruit et la géniculation.*

Elle n'offre plus de symétrie par rapport à un axe, mais seulement par rapport à un plan.

Quant à l'interprétation de sa structure, elle est simple.

Il y a eu un développement considérable du système fibreux extérieur au liber et il s'est, en certaines régions, soudé à l'anneau ligneux interne par des masses fibreuses unitives, en nombre variable, aux différents niveaux comme nous l'avons vu. L'une d'elles, qui a pris une grande importance, se retrouve d'une façon constante : c'est la *masse fibreuse principale* que nous avons décrite.

PÉTIOLE — FEUILLE — STIPULE

PÉTIOLE. — J'ai fait une série systématique de coupes à travers le *pétiole*.

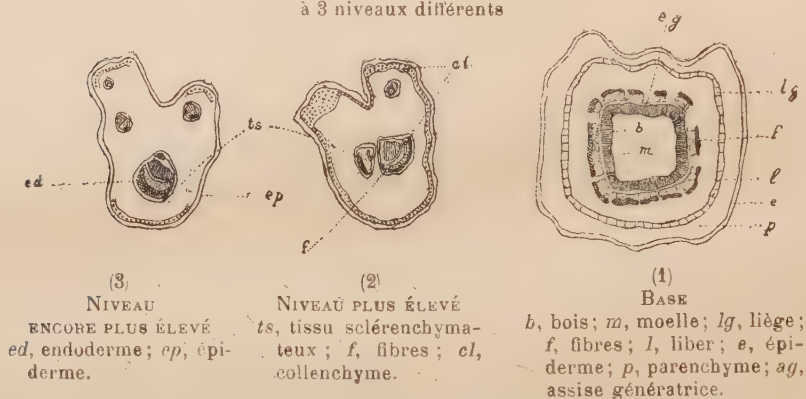
Les schémas que je donne d'autre part me dispenseront de la description détaillée des différents aspects observés.

Je vais présenter seulement quelques remarques nécessaires pour la compréhension des figures en question.

I) Tout à fait à la base du *pétiole* nous trouvons une *structure très analogue à celle de la tige jeune*.

On pourrait confondre, à première vue, les deux structures, sans deux petites expansions à la face supérieure; expansions pas très saillantes, mais visibles cependant, et qui démontrent l'existence d'un plan de symétrie.

PÉTIOLE D'*ONONIS CENISIA* L.
à 3 niveaux différents



Les *formations secondaires* se sont produites dans cette région de transition comme dans la tige.

Elles ont engendré un anneau quadrilatéral ligneux, séparé en deux moitiés symétriques par rapport au plan de symétrie général. Il est, proportionnellement à l'épaisseur des autres tissus, sensiblement d'ailleurs moins large que dans la tige jeune examinée tout à l'heure.

Il renferme, de plus, une forte proportion d'éléments de soutien bien différenciés, à parois épaisses, et dont la lumière est variable; pour un assez grand nombre elle est faible et ils ont un aspect fibreux.

Le *liber* est morcelé en une douzaine d'îlots de développement tangentiel variable, séparés par des avancées de parenchyme qui atteignent le bois (une douzaine).

D'une manière générale, chacun de ces îlots est recouvert par un paquet fibreux formé d'éléments semblables à ceux que nous avons vus à la même place dans la jeune tige ; leur développement tangentiel est variable, ainsi que leur épaisseur (de une à 4-5 assises de fibres) et la distance qui les sépare.

Les éléments fixent encore ici médiocrement le vert d'iode. Une *assise génératrice libéro-ligneuse* est bien visible à la limite externe du bois ; on y voit en effet, tout autour de la masse ligneuse, une bande de tissus montrant des cloisonnements radiaux caractéristiques.

Ce qui attire l'attention, c'est la présence, à peu près au milieu du parenchyme extérieur, de 1-2 assises de *liège* formant un anneau partagé en deux moitiés symétriques, par rapport au plan de symétrie général ; son contour suit assez bien le contour externe de la coupe. Ce liège est formé d'éléments à parois minces, ayant bien fixé le vert d'iode. Le parenchyme extérieur est recouvert par un *épiderme* formé de cellules à parois épaisses, surtout les tangentielles extérieures, qui sont recouvertes d'une épaisse cuticule.

L'*assise sous-épidermique* présente partout un certain caractère *collenchymateux*. Dans la région des expansions, quelques cellules de l'assise qui vient ensuite vers l'intérieur, montrent parfois aussi des parois quelque peu épaisses. On trouve à peu près 4-5 assises parenchymateuses de part et d'autre du liège (toutefois, là où se produit une avancée du parenchyme interne entre deux îlots libériens, il faut en compter à peu près 7-8 dans l'épaisseur de ce dernier tissu). Les cellules parenchymateuses internes sont disposées en assises bien régulières ; celles des avancées séparatrices des îlots libériens sont, d'une manière générale, plus petites que les autres.

Rien à signaler sur le tissu médullaire formé de cellules à parois cellulósiques paraissant sensiblement plus épaisses, moins fragiles que celles des cellules correspondantes de la tige jeune. *Les éléments voisins de la limite du bois ont un calibre notablement plus restreint que les autres.*

II) A un niveau déjà plus élevé, on constate que les deux ailes sont

beaucoup plus nettement accentuées. L'aspect général n'est plus du tout celui que nous venons d'observer.

On trouve successivement :

Un *épiderme* formé de cellules isodiamétrales à parois épaisses, surtout les tangentielles extérieures qui portent de plus une cuticule.

Sous l'épiderme, on trouve un parenchyme qui constitue le tissu le plus abondant de la coupe. Ses cellules sont subcirculaires, en général assez grandes, mais leur calibre est assez variable d'un élément à l'autre. *On n'observe plus de liège.*

Vers les crêtes des deux expansions, on trouve trois rangées de cellules nettement collenchymateuses. A l'opposé, *l'assise sous-épidermique* a, sur une certaine longueur, un caractère collenchymateux, mais moins indiqué. Au centre, on voit une nervure centrale bien développée, entourée d'un *endoderme* assez bien indiqué ; ses cellules sont notablement plus petites.

Le *capuchon* qui recouvre les éléments libéro-ligneux *inférieurement*, est formé d'éléments à parois épaisses, à contour polygonal offrant l'aspect du *sclérenchyme*.

Cependant, seules, les une ou deux premières assises du côté opposé aux éléments libéro-ligneux, possèdent des parois qui ont pris le vert d'iode (épaisseur totale maximum 6-7 assises). Les autres prennent le carmin ; ce serait plutôt du *collenchyme*.

Le *liber* est formé d'éléments libériens proprement dits, entremêlés de quelques cellules parenchymateuses. Un léger *cambium* (2 assises) le sépare des vaisseaux du bois qui forment un paquet d'une trentaine environ d'éléments. Ce paquet est séparé de l'endoderme par du *parenchyme cellulosique* formé d'éléments beaucoup plus petits que le parenchyme extra-endodermique.

Dans l'une des expansions, on voit une nervure secondaire toute petite ; du côté opposé on en voit une autre toute semblable qui vient de se détacher et se trouve encore tout près de la nervure principale.

On distingue bien nettement l'endoderme particulier de ces nervures.

III) A un niveau supérieur, le tissu d'aspect collenchymateux de la nervure principale, situé au contact des éléments sclérenchymateux qui sont un peu plus nombreux, se montre *infiltré dans toute*

son étendue jusqu'àuprès du sclérenchyme de quelques éléments libériens.

Ici, comme dans le cas précédent, ses parois sont notablement plus épaisses que celles des éléments parenchymateux qui se trouvent mêlés dans le liber compact aux éléments proprement libériens.

Le cambium est très net. La nervure secondaire que nous avons vue se détacher tout à l'heure de la principale, se trouve maintenant à son tour dans l'expansion opposée à celle où se trouvait la première ; il s'en est même détaché à son tour une plus petite encore, située un peu supérieurement.

L'assise sous-épidermique garde son caractère hypodermique dans les mêmes régions.

IV) *A un niveau situé encore un peu plus haut*, rien ne change dans le schéma précédent ; mais je note, après le parenchyme qui sépare le bois de l'endoderme, tout contre celui-ci, une *file de quatre éléments fibreux*, à section assez exactement circulaire, à parois très épaisses, lignifiées, prenant le vert d'iode, à lumière à peu près ronde et fort restreinte. Ils sont disposés en une ligne perpendiculaire au plan de symétrie et coupée en deux parties égales par celui-ci. Ils persistent un peu plus haut encore ; on en trouve même *six* mais certains, tout en gardant une paroi épaisse (ce qui les sépare ainsi que leur section plus faible des éléments ligneux) montrent une assez grande lumière offrant plutôt l'aspect d'une cellule de sclérenchyme.

V) *Coupe à un niveau encore un peu plus élevé. Trois éléments plutôt fibreux* d'aspect, à lumière faible, à parois épaisses, situés toujours vers le plan de symétrie, toujours au-dessus du bois et contigus à l'endoderme de la nervure centrale. Le bois de celle-ci s'infiltre de *plusieurs éléments de caractère fibreux*, à parois épaisses, à lumière faible. De cette nervure centrale se détache encore une petite nervure de second ordre. On voit bien nettement son *endoderme*. Ces petites nervures se composent des éléments essentiels de la grande ; un petit *capuchon sclérifié* inférieur, du *liber* relativement abondant, quelques *quatre-cinq vaisseaux du bois*. Le tout directement en contact avec l'endoderme propre de la nervure (pas de parenchyme entre le bois et ce dernier).

On ne trouve plus que les cellules de l'assise sous-épidermique dans la région des crêtes, des expansions pour présenter un caractère collenchymateux.

STIPULE. — Nous ferons les remarques suivantes sur la constitution de ce stipule.

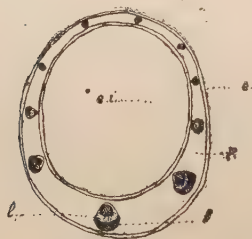
La figure 3 représente une coupe de stipule dans la partie engageante.

a) Dans la partie la plus élargie, nous trouvons une épaisseur de parenchyme d'une demi-douzaine de cellules. Là, l'assise sous-épidermique qui double l'épiderme intérieur — lequel correspond à la face supérieure d'après la disposition du bois — a un caractère nettement collenchymateux.

Ce caractère existe aussi mais paraît assez sensiblement moins accentué pour l'assise sous-épidermique qui double l'épiderme externe (ou inférieur) ; les cellules de cette dernière se montrent de plus fort arrondies, souvent même quasi-circulaires.

Lorsque le rétrécissement commence à se faire sensiblement sentir, les deux assises sous-épidermiques perdent leurs caractères différentiels et deviennent à peu près semblables aux autres.

Au maximum de rétrécissement, on trouve deux assises cellulaires parenchymateuses seulement.



ONONIS CENISIA L.
GRAINE STIPULAIRE (fig. 4.)
e, épiderme externe ; ci, épiderme interne ; p, parenchyme ; f, fibre ; l, liber.

b) On compte une douzaine de faisceaux libéro-ligneux dans les coupes examinées, distribuées bien régulièrement et dont la grosseur va en décroissant régulièrement quand on va de la partie élargie vers la partie rétrécie. Tous portent du côté de l'épiderme externe recouvrant le liber, un croissant formé de fibres à lumière très restreinte, très souvent presque punctiforme ou linéaire, à parois très épaisses. Ces croissants sont très enveloppants et enclavent presque complètement le liber entre eux et le bois. Dans les 2 ou 3 plus

grands faisceaux, ils comptent dans leur épaisseur maximum une demi-douzaine d'assises fibreuses. Dans ces grands faisceaux, le bois est séparé de l'endoderme spécial (formé de petites cellules paren-

chymateuses, qui les entoure chacun, dans la direction radiale, par un peu de parenchyme formé de tout petits éléments cellulósiques.

On peut y compter facilement 20 à 25 éléments ligneux vasculaires; on peut même y voir une indication légère, mais assez nette d'un *cambium*, entre le liber et le bois.

Pour les petits faisceaux, le capuchon fibreux persiste, on peut même lui voir souvent une épaisseur maximum composée de 3-4 ou même 5 assises de fibres. Mais on ne trouve en dedans qu'un très petit nombre d'éléments libéro-ligneux. Le paquet sclérifié prend donc une très grande importance relative.

c) *Les deux épidermes* — externe (ou inférieur), interne (ou supérieur) — sont formés de *cellules à parois épaisses, surtout les tangentielles*, qui forment soit la surface externe, soit la surface interne et sont cutinisées.

L'épiderme externe porte, d'ailleurs, des productions pileuses. Les deux épidermes se composent, du reste, d'éléments de même dimension; ces éléments sont isodiamétraux dans la partie élargie, mais, dès que le rétrécissement de l'épaisseur de l'organe apparaît, ils deviennent très sensiblement allongés tangentielllement.

ÉTUDE DE LA RACINE

J'ai étudié *une jeune radicule*.

On observe en coupe transversale :

1° Un *parenchyme externe cortical* (environ 7-8 assises). La plupart de ses cellules sont de *grand calibre*, pour quelques éléments même, de très grand. Cependant, il y a exception pour la première assise formée de petites cellules allongées tangentielllement. Il s'agit là, encore une fois, d'un parenchyme cortical. Il est destiné, d'ailleurs, à s'exfolier. Son aspect fripé semble du reste bien l'indiquer.

2° Vient ensuite un *liège*, d'aspect bien typique, formé de 2-3 assises cellulaires dont les éléments se correspondent bien régulièrement dans le sens radial, d'une assise à l'autre. La section est rectangulaire, allongée tangentielllement; les parois minces prennent bien le vert d'iode. Il forme un anneau qui, à certains niveaux, se dédouble en produisant une ou deux enclaves de tissu sous-jacent parenchymateux.

3° L'*assise subéro-phellodermique* qui produit vers l'intérieur du

parenchyme qui constitue, tout au moins en partie, le conjonctif compris entre le liège et le liber (7 ou 8 assises). Ce conjonctif, composé fondamentalement de grandes cellules à parois minces et cellulosiques, est criblé d'un très grand nombre de *tout petits éléments fibreux*, à parois très épaisses prenant mal le vert d'iode, à *lumière très faible*, très souvent presque punctiforme ou linéaire ; ils sont très irrégulièrement disposés.

La zone externe du *liber* est également infiltrée de ces éléments qui y sont tout aussi éparpillés sans régularité. Ils paraissent même y offrir, en général, une section plus faible encore. La zone placée tout contre le bois n'en est pas exempte elle-même, elle en contient seulement moins. Le *bois* offre une largeur égale à peu près à la moitié de celle de la coupe.

Les *éléments de soutien* y sont en proportion très considérable. Ils sont *tout à fait semblables*, à tous points de vue, à ceux du *parenchyme*.

Tout ce que nous avons dit de ces derniers peut être répété ici, même la fixation imparfaite du vert d'iode. Les *éléments vasculaires* sont de petit calibre. Les plus petits se trouvent, comme il est naturel, en majeure partie vers le centre.

Les *rayons médullaires* sont fort rares. Ainsi, sur une coupe prise comme exemple, on peut en voir un seul pénétrant jusqu'au centre ; d'autres (au nombre de 4) ne l'atteignent pas, tout en partant aussi de la limite externe du bois. Tous n'ont *qu'une file de cellules* à parois minces ne paraissant pas lignifiées, car le carmin est fixé par elles ; la section des éléments est à peu près rectangulaire et allongée radialement.

Quelquefois, on peut observer aussi des *rayons à deux assises de large*.

Ononis fruticosa L.

(Espèce vivace),

ÉTUDE DE LA TIGE

Tige jeune (de un an). — J'ai observé la structure d'une tige de l'année et la structure d'une tige principale âgée de deux ans. Examinons la première.

L'*épiderme* est formé de cellules petites et isodiamétrales. Les parois en sont épaisses. (La paroi tangentielle externe est nettement cutinisée ; elle fixe fort bien le vert d'iode). Il porte des *poils* formés de 3, 4, 5 cellules, de grosseur décroissant régulièrement de la base au sommet. La basale est ovale. Leurs parois prennent aussi très bien le vert d'iode.

Viennent ensuite vers l'intérieur 4-5 assises de cellules d'un *parenchyme cortical*. Les deux ou trois premières sous l'épiderme montrent des parois sensiblement plus épaisses que les autres. Puis, sous la dernière assise de cellules de parenchyme, 3 ou 4 assises de petites cellules rectangulaires ayant bien fixé le vert d'iode : c'est manifestement du *liège* qui s'est donc formé dans les parties profondes de l'écorce. Son contour suit, d'une façon exactement parallèle, le contour épidermique.

On trouve ensuite un *tissu parenchymateux* qui passe vers l'intérieur à du *liber normal*. Ce tissu, toujours au moins partiellement, est du *phelloderme*. En effet, on se rend bien compte de l'existence d'une assise génératrice *subéro-phellodermique* entre lui et le liège.

Elle a donc pris naissance dans les parties profondes de l'écorce. Tout ce qui lui est extérieur, en effet, n'est constitué que par l'épiderme et du parenchyme cortical destinés à être exfoliés. Quant au parenchyme intérieur au liège, son épaisseur est assez variable (depuis 4-5 assises, jusqu'à 7-8 ou peut-être davantage).

A la limite de ce tissu et du liber normal, on voit des *paquets fibreux*. Ils sont au nombre de 10 à 13 environ, d'étendue et de forme variables, mais toujours très allongés tangentiellement. Le vert d'iode ne mord que médiocrement sur les parois de leurs éléments, ce qui indique une lignification incomplète. Leur largeur est de 4 à

8 assises cellulaires ; reposant par leur base sur le liber, ils sont sur le reste de leur contour en contact avec le parenchyme phellodermique,

Le cylindre central est tout entier lignifié. Le bois (1) se compose d'éléments vasculaires et d'éléments de soutien ; ces derniers dominent fortement ; leurs parois sont très épaisses, beaucoup plus épaisses que celles des vaisseaux ligneux, qui ont un calibre beaucoup plus grand et sont réunis très généralement en groupes de files radiales. Les éléments de soutien ayant tous à peu près la même section, l'aspect que forme leur ensemble est très homogène.

Ajoutons que, comme il est normal, les vaisseaux ligneux croissent de diamètre du centre vers la périphérie. Enfin, *de nombreux rayons médullaires* disposés à intervalles réguliers, traversent tantôt tout le bois, tantôt seulement une partie de sa largeur. Ils sont formés d'une file, en général (quelquefois de deux) de cellules lignifiées, très notablement allongées dans le sens radial et de forme souvent plus ou moins ovalaire.

Le bois est disposé sur une largeur égale à la moitié du rayon de la coupe et il affecte *une forme pentagonale régulière*, « Grossomodo » on pourrait dire qu'en section transversale, il représente la surface comprise entre deux pentagones réguliers inscrits dans deux cercles concentriques et dont les côtés sont parallèles entre eux. La limite de séparation avec la moelle représente, par conséquent, le pentagone intérieur, d'après ce que nous venons de dire.

Mais il faut aussi ajouter que ses côtés sont notablement *convexes vers le centre* et non rectilignes. Grâce à cette déformation, souvent l'anneau ligneux est moins épais dans la région de certains sommets, à certains niveaux même fort peu. Le contour du polygone extérieur est souligné nettement par l'anneau rouge vif de liber qui en épouse la forme ; les angles sont arrondis, les côtés plus ou moins ondulés.

2° Plus remarquable encore est la présence d'un système de *petites cavités ou lacunes* qui garnit les côtés du pentagone intérieur que constitue la limite bois-moelle. J'en compte *onze* sur la coupe que j'ai sous les yeux ; il y en a une aux cinq sommets. De plus, on

(1) Nous allons voir tout à l'heure que le bois décrit ici est du bois de printemps.

en trouve : sur quatre côtés une et sur le côté restant deux ($5 + 4 + 2 = 11$). Sur les autres, leur nombre varie de 10 à 15. Le pourtour de ces cavités est garni de petites cellules, à parois fortement rougies par le carmin ; sans nul doute — leur aspect l'indique — qu'il s'agit là de *liber interne*.

Ces lacunes se trouvent toujours à la pointe de certains groupes vasculaires tangents à la moelle. Cependant, certains d'entre ceux-ci montrent, à la place même où les autres présentent les lacunes, des paquets de *liber anormal* qui ne sont associés à nulle cavité. Mais, c'est là un cas bien moins fréquent, à peine 1, 2, 3 tout au plus de ces paquets libériens se montrent-ils sur une coupe déterminée. D'autre part, il peut arriver que ce *liber interne* forme sur une étendue d'ailleurs restreinte une *bande cribreuse* émanée d'un paquet libérien. J'ai même observé le cas suivant : une grande lacune était complètement entourée d'une couche relativement épaisse de *liber anormal* et deux bords opposés s'envoyaient deux tractus cribreux qui partageaient l'espace vide en trois sous-cavités.

Enfin, j'ai constaté plus curieux encore dans la disposition de ces éléments libériens internes à certains niveaux.

Je ne puis mieux faire que décrire l'aspect d'une coupe-type que j'ai examinée et qui montre cette disposition avec une particulière netteté.

A la limite bois-moelle, le pentagone régulier que forme cette limite porte sur son périmètre *dix cavités lacunaires*.

Il y en a quatre placées à quatre sommets ; l'un des sommets n'en porte pas.

Sur quatre côtés, il y en a une sur chacun de ces côtés, et sur le cinquième côté : deux.

Le cinquième sommet ne porte pas, avons-nous dit, de cavité lacunaire.

En revanche, le *liber interne* y offre une disposition remarquable.

Entre ce sommet et le *liber normal*, sur un assez large secteur, on n'observe que des éléments vasculaires dans le bois. On ne trouve, d'autre part, aucune lacune à la pointe du massif formé par ces éléments vasculaires. On y rencontre seulement un îlot relativement fort important de *liber interne* qui n'est associé à aucune cavité.

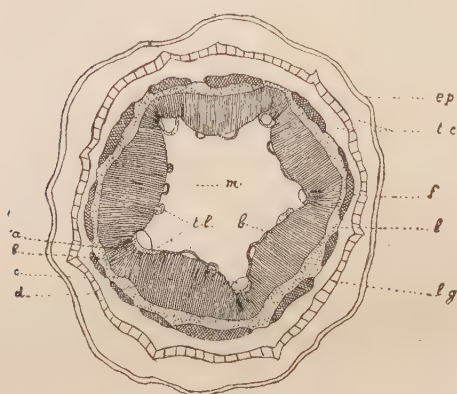
Or de cet ilot se détachent *quatre* (1) *bandes minces* parallèles deux à deux et dont les directions font entre elles un angle d'environ 30°. Ces bandes s'insinuent entre les files radiales que forment les éléments vasculaires (voir fig. 4). Appelons-les successivement : *a*, *b*, *c*, *d*.

Entre la bande *a* et la bande *b*, on trouve *deux files* radiales de vaisseaux.

Entre *b* et *c* : *1 file*.

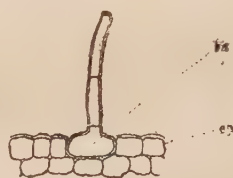
Entre *c* et *d* : *1 file*.

Avec un grossissement assez fort (n° 7, Leitz), on voit d'autres ramifications.



Tige d'*ONONIS FRUTICOSA* L.

ep, épiderme; *tc*, tissu cortical; *f*, fibres; *l*, liber; *lg*, liège; *b*, bois; *m*, moelle; *tl*, tissu libérien; *a*, *b*, *c*, *d*, trainées libériennes.



Poil de la tige
d'*ONONIS*
FRUTICOSA L.

ba, basale; *ep*, épiderme.

De plus, en effet, *deux trainées latérales* issues de l'ilot, soulignent la moitié d'un des côtés relatifs au sommet considéré du pentagone et l'autre côté tout entier; elles sont tangentes vers le milieu à la couronne de liber interne qui souligne une des cavités dont il a été question. (Ceci n'est point un caractère absolu; à d'autres niveaux, la bande cribreuse en question peut être moins longue).

Sur un sommet consécutif à celui dont il vient d'être question, il y a une cavité, comme il est normal, et la bande de liber interne qui l'entoure, relativement épaisse dans la portion de circonférence de

(1) Sur certaines coupes, on peut même observer 5 de ces bandes libériennes.

la cavité tournée vers l'extérieur (c'est-à-dire vers la masse de bois, le liber etc.), émet *quatre rayons* qui s'insinuent, de même que plus haut, entre des files radiales d'éléments vasculaires, mais ne se joignent pas au liber normal. Ils sont égaux entre eux en longueur et s'arrêtent au $\frac{1}{3}$ de la largeur du bois (en partant du centre).

A d'autres niveaux, on trouve des particularités semblables, mais cependant avec quelques divergences.

Ainsi, on peut avoir *trois masses de liber anormal* à trois sommets du pentagone, ou *deux* seulement ou une *seule* d'entre elles, correspondant chacune à une cavité, et envoyant des émissaires tantôt jusqu'au liber normal, tantôt seulement jusqu'à une partie seulement de la distance qui sépare les deux libers.

Décrire d'une façon précise est ici difficile, car la variété dans le détail de ces dispositions, pourtant semblables dans l'ensemble, est fort grande.

Il est d'ailleurs à remarquer : 1° que *ces dispositions du liber anormal se rencontrent non sur les côtés, mais sur des sommets du pentagone formé par la limite bois-moelle* ; 2° *qu'elles correspondent* (mais ceci est surtout marqué pour celles dans lesquelles nous avons vu des communications entre les deux libers) *à des affaiblissements sensibles, parfois même très prononcés, de la couronne ligneuse.*

Enfin, on peut voir à certains niveaux, à un, deux ou même trois sommets, une ouverture complète plus ou moins large de l'anneau ligneux par où pénètre du *parenchyme* relié au phelloderme et qui arrive au contact de la moelle lignifiée. Dans ce parenchyme est noyé un complexe formé de files radiales de vaisseaux du bois entouré d'éléments cribreux. Il affecte par là, une disposition de ses éléments, un aspect très semblable à celui qui a été décrit tout à l'heure : *une masse de liber interne et des émissaires* séparant les groupes radiaux de vaisseaux les uns des autres, ainsi qu'à droite et à gauche, du parenchyme bordant.

Cette disposition paraît marquer le raccord de certains faisceaux vasculaires anormaux avec la masse vasculaire principale. A de certains niveaux, on peut, en effet, observer des *faisceaux libéro-ligneux anormaux*, situés tout près de l'assise génératrice subéro-phellodermique et noyés dans le parenchyme situé en dedans du liège.

Ainsi, par exemple, sur une coupe, je puis en observer trois dont

deux côté à côté, et un à l'autre extrémité du diamètre correspondant de la coupe. Chacun d'eux se compose de 6-7 éléments ligneux vasculaires, noyés de toutes parts dans une masse relativement importante de tissu libérien. Extérieurement, tout près de l'assise subéro-phellodermique, ce tissu libérien est recouvert *par une petite bande formée de 4-5 éléments fibreux*, très semblables à ceux qui recouvrent le liber normal, comme eux, notamment, prenant mal le vert d'iode. (D'ailleurs, tous les niveaux ne présentent pas cette particularité, ne montrent pas des faisceaux anormaux).

La moelle qui doit figurer nécessairement par son contour une sorte d'étoile pentagonale, forme un tissu très serré à méats très petits. *Les parois de ces éléments sont nettement lignifiées*, mais présentent de petites ponctuations cellulodiques. Nous allons d'ailleurs examiner cette disposition tout à l'heure en détail. Le calibre cellulaire va en croissant régulièrement de la périphérie au centre.

Étude d'une tige plus âgée. — Examinons la *tige principale* du même échantillon. Nous n'aurons qu'à signaler les faits nouveaux rencontrés. On voit *trois couches de bois*. De leur examen, on peut conclure à l'âge de la tige : *deux ans*. L'examen du *liber* le montre encore plus nettement.

La disposition pentagonale de toute la partie lignifiée du cylindre central subsiste sans changement. Mais, dans la moelle, tout en gardant la même forme subcirculaire, tout en présentant une augmentation assez régulière de calibre de l'extérieur vers l'intérieur et un aspect serré (méats très petits), les éléments qui composent ce tissu dont le contour dessine toujours une étoile pentagonale, sont à *parois beaucoup plus épaisses*, la lignification étant toujours bien nette (morsure très bonne du vert d'iode).

L'aspect général de cette moelle tend en somme vers celui du *sclérenchyme*. En coupe transversale, les parois des cellules médullaires se montrent traversées par une série de petites bandes radiales linéaires, disposées à intervalles très réguliers, traversant les stratifications de couches concentriques dont se composent ces parois. Il faut un très fort grossissement pour bien les voir (à la limite du n° 7). Elles apparaissent seulement comme des stries, des fêlures à un petit grossissement (n° 3).

Ces petits rubans se montrent colorés en rose ; ce sont donc des régions restées cellulosiques en vue de permettre l'osmose intercellulaire. D'ailleurs, dans l'un et l'autre exemplaire de tige examinée, la moelle présente une paroi qui, vue de face, montre un fond lignifié présentant un certain nombre de *toutes petites perforations cellulosiques* dont les petites bandes aperçues sont des *sections sagittales*.

Le bois de seconde année a une limite très bien tranchée avec le *bois de première année*. Elle frappe tout de suite l'œil à un petit grossissement. Il est aussi *plus large* (environ deux fois). Ce qui rend cette séparation si bien tranchée, c'est la présence d'une *zone moyenne* ligneuse intercalée entre la masse principale du bois de seconde année et le bois de première année. Très peu large, relativement au reste de la masse ligneuse totale, elle n'a guère qu'un *sixième ou un septième* de la largeur de celle-ci et se colore par le vert d'iode en vert foncé, le reste étant coloré en vert clair. Comme dans tout le bois, on y reconnaît vaisseaux et éléments de soutien, mais ici le calibre des vaisseaux est très notablement plus restreint que partout ailleurs ; l'épaisseur des parois des éléments de soutien s'y montre assez sensiblement plus faible ; enfin, d'une manière générale, on constate une homogénéité plus grande des éléments au point de vue de la largeur de la lumière et de l'épaisseur des parois ; caractère qui, joint à la réduction de diamètre des vaisseaux, caractérise du *bois d'automne*, séparant du *bois de printemps de première année* décrit précédemment celui de *seconde année*, le dernier formé lors de la récolte de l'échantillon.

Ce dernier a en somme les mêmes caractères que le premier, caractères qui les opposent tous deux à ceux du bois d'automne ; parois plus épaisses des éléments de soutien, moyenne bien plus considérable du calibre vasculaire, plus grande hétérogénéité de l'aspect général. Mais il y a lieu de noter que le *bois de printemps de seconde année* montre une *proportion d'éléments vasculaires notablement plus élevée* que le bois correspondant de *première année* et de plus que la *plupart des éléments vasculaires y sont sensiblement plus larges*.

Les *rayons médullaires* se montrent encore formés pour le plus grand nombre d'une seule file de cellules très allongées radialement, à *forme souvent plus ou moins ovale*, tels que nous les avons

décrits dans la tige précédemment examinée. Tantôt ils traversent tout le bois de première année et encore celui de seconde, tantôt le bois de première année — ou de seconde année — seulement ; tantôt celui-là tout entier et une partie seulement du bois de seconde année (ou inversement) ; tantôt enfin, ils intéressent les deux bois, mais seulement sur une partie de leur largeur. Dans les deux bois, ils produisent une division radiale assez régulière de la masse ligneuse en secteurs.

Outre ces rayons médullaires à *une seule file cellulaire* certains, (mais c'est assez rare), peuvent avoir les mêmes caractères et comporter *deux files cellulaires*, on en trouve même de moins nombreux, mais plus larges à *deux, trois, quatre files cellulaires*. Les cellules qui les constituent sont toujours très allongées dans le sens radial, mais *leur forme en section transversale est rectangulaire* ; c'est l'aspect classique des cellules de rayons médullaires. (Les parois cellulaires sont aussi bien lignifiées que celles des autres éléments ligneux, mais bien plus minces que celles des éléments de soutien). J'ai toujours vu leur longueur égale à toute la largeur de la masse ligneuse ; les plus larges et les plus nombreux partent en divergeant de deux ou trois sommets du pentagone formé par la limite bois-moelle. Au sujet de ce pentagone, nous ajouterons *qu'on n'y trouve plus sur les côtés, comme sur les sommets* — c'est là un fait curieux — *les cavités dont il a été question* dans le paragraphe précédent. Le *liber interne* paraît bien moins abondant.

Dans les échantillons des tiges examinées ici, le liège a exfolié tous les tissus extérieurs, on voit seulement quelques lambeaux témoins de parenchyme qui y adhèrent encore. Le *liber normal* comprend *deux couches* bien distinctes, grâce à la correspondance à chacune d'elles de *productions fibreuses*. Il y a donc deux rangs de ces paquets fibreux.

Le premier comprend ces îlots bordant extérieurement le liber de première année et décrits dans l'étude de la tige d'une année.

Le deuxième marque la séparation des libers des deux années consécutives. Les massifs fibreux du second rang ont d'ailleurs le même aspect, les mêmes caractères. Quant à leurs éléments constitutifs, leur largeur est d'ailleurs à peu près la même que chez ceux du premier rang, mais leur disposition est bien plus irrégulière. A côté de petits îlots, ils forment des *bandes sclérifiées* de longueur

variable, mais représentant très souvent une grosse fraction de circonférence. De plus, la distance de ces agglomérations scléreuses varie fort irrégulièrement.

ÉTUDE DE LA RACINE

STRUCTURE PRIMAIRE — RADICULE

Conformément aux mesures effectuées par *Erich Petersen* sur d'autres espèces d'*Ononis*, le cylindre central est peu étendu ($1/7$ — $1/8$ du rayon de la coupe) dans la *radicule* d'*O. fruticosa* L.

L'*assise pilifère* se compose de cellules allongées tangentiellement, beaucoup plus petites que les cellules corticales sous-jacentes et dont certaines portent des poils absorbants assez courts.

Le *parenchyme cortical* débute par l'*assise subéreuse* dont les cellules sont à peine plus grandes que celles de l'épiderme.

Les autres sont de grandes dimensions — et arrondies — pour la plupart d'entre elles, tout au moins.

L'*écorce interne* (les 3-4 dernières assises vers l'intérieur) est formée de cellules beaucoup plus régulièrement disposées. Leur section va en décroissant vers le centre jusqu'à l'endoderme où elles atteignent des dimensions relativement fort restreintes, comparables à celles des cellules de l'assise pilifère. Elles ont généralement une forme subpolygonale et sont isodiamétrales.

Le *cylindre central* montre un massif cellulaire formé d'éléments beaucoup plus petits que ceux de l'écorce externe. Le tissu qu'il forme est très serré, sans méats. Au centre, ils sont plus grands ; c'est déjà l'indication de la moelle. J'ai toujours vu le nombre des faisceaux ligneux égal à 4. Ils vont en s'effilant en pointe vers l'extérieur, et c'est précisément à cette pointe externe que se trouvent les plus petits vaisseaux, les premiers formés, ainsi qu'il résulte d'ailleurs « *a priori* » du développement centripète du bois dans la racine.

Il y a ici une exception à la règle posée par *Erich Petersen* (1) relative à la « *diarchen Bau* » de la radicule des *Ononis* et dont nous avons déjà parlé.

(1) *ERICH PETERSEN*. « *Zur vergleichenden Anatomie des Zentralzylinders der Papilionaceen-Keimwurzel* ». (Voyez l'Introduction).

RACINE PLUS AGÉE — STRUCTURE SECONDAIRE

Dans une racine possédant déjà des formations secondaires, mais cependant assez jeune, on voit d'abord *un liège* (1) produit vers l'extérieur par une assise subéro-phellodermique, tandis qu'elle donne *un parenchyme phellodermique* vers l'intérieur (cette couche externe est difficile d'ailleurs à obtenir en bon état sur les coupes).

Le *liber*, qui vient ensuite contient, dans sa zone externe, des fibres fort nombreuses disposées irrégulièrement. Elles sont bien moins lignifiées que les fibres du cylindre central.

Incontestablement, les coupes les montrent noyées dans les éléments libériens. Leurs parois sont épaisses, fixent faiblement le vert d'iode, ce qui indique une lignification point très avancée. Leur section est aplatie ; la lumière, toujours très étroite, est, dans la plupart des cas, très allongée. La couche la plus interne du liber — le *liber compact* si l'on veut — est exempte de ces fibres.

Le *cylindre central* montre une lignification qui s'étend jusqu'au centre où ne se trouve aucun tissu parenchymateux,

La structure du *bois* est fort hétérogène. A côté d'*éléments de soutien* d'aspect *fibreuse*, de section étroite, de parois épaisses, on trouve des *cellules ligneuses* et des *éléments vasculaires* de calibre beaucoup plus grand (surtout ces derniers dont, pour un assez grand nombre, il est relativement considérable), de parois beaucoup plus minces.

Les *rayons médullaires* sont composés de cellules allongées tangentiellement, à section généralement subrectangulaire. Ces cellules ont leurs parois qui fixent le carmin, quand on pratique la double coloration. Elles ont donc des parois fondamentalement *cellulosiques*, mais, vues de face, ces parois montrent un *reticulum lignifié* qui fixe le vert d'iode.

Ils comprennent généralement une ou deux assises et, partant du liber, peuvent s'étendre jusqu'au centre de bois. On peut en voir cependant qui débutent par trois assises vers le liber, puis n'en comprennent plus successivement, en s'enfonçant vers l'intérieur, que deux ou trois, ou encore d'autres traversant tout le bois ou une

(1) Ce liège est précédé de tissus d'exfoliation qui m'ont paru, quand ils étaient observables, uniquement parenchymateux et composés d'un assez grand nombre d'assises. Il doit donc se former ici encore, profondément dans le tissu cortical.

partie seulement, conservant constamment trois assises ; ou enfin, on en peut voir qui ont quatre assises vers le liber et trois à leur extrémité centrale.

RACINE A UN AGE ENCORE PLUS AVANCÉ

L'examen d'une racine plus grosse, plus âgée montre un *liège* très net, exfoliant des tissus paraissant simplement parenchymateux. Ce liège comprend environ 4-5 assises cellulaires ; il est engendré par une *assise subéro-phellodermique* produisant vers l'intérieur du parenchyme. Dans ce parenchyme, comme dans la zone externe du liber, on trouve des *fibres* de caractères semblables à celles qui ont été décrites précédemment dans le liber externe de la racine plus jeune.

Elles sont tout aussi irrégulièrement disposées et, ici encore, la médiocre affinité de leurs parois pour le vert d'iode paraît indiquer une *assez faible lignification*. Ces parois sont ici encore fort épaissies ; la section en est très aplatie, la lumière faible et allongée.

Les dites fibres paraissent aussi fort nombreuses, elles sont également disséminées çà et là. La zone interne du liber, dépourvue de fibres, est séparée du bois par un cambium très net.

Le *bois*, dont le rayon est douze à quinze fois plus long que l'épaisseur du tissu extérieur total, montre les mêmes éléments, la même hétérogénéité que dans l'exemple précédent. Les vaisseaux sont répartis seulement d'une façon plus régulière, en cercles concentriques. Comme tout à l'heure, les éléments de soutien ont une paroi assez épaisse, moins toutefois, semble-t-il bien en général, que dans la racine précédemment examinée.

Ce n'est que dans la zone centrale, que nous leur voyons une épaisseur de parois et une étroitesse de lumière sensiblement aussi considérable.

Les *rayons médullaires* ont une étendue et une disposition variable. Tantôt ils traversent tout le bois ; tantôt seulement une partie, partant soit du liber, soit du centre ; ou encore ils sont disposés à l'intérieur de la masse ligneuse, sans atteindre ni l'un, ni l'autre.

Ils comprennent 1-2 ou 3 assises de large ; leurs cellules sont encore de section subrectangulaire, allongées radialement. Leurs parois, fondamentalement cellulósiques, se montrent ici encore, vues de face, couvertes d'un *reticulum* lignifié qui prend le vert d'iode,

et de disposition plus ou moins régulière et plus ou moins serrée.

On peut observer des variations assez nombreuses d'épaisseur d'un même rayon.

Ainsi, par exemple, un rayon peut commencer et finir par une seule assise, et en chemin, sur un un certain parcours, en présenter deux ; ou bien commencer au liber par deux assises et finir au centre du bois ou en un point quelconque avec une seule, etc.

Ononis villosissima Naudin

(Espèce annuelle)

ETUDE DE LA TIGE

Etude d'une tige secondaire.

Nous trouvons d'abord un *épiderme*, à cellules subrectangulaires en section transversale, notablement allongées tangentiellement, en général épaissies assez considérablement sur les parois tangentielles intérieures et extérieures. Les *poils* portés par cet épiderme sont fins (quatre-cinq cellules). La largeur va en diminuant légèrement et progressivement de la cellule qui vient après la basale à la cellule supérieure. La *cellule basale* est de forme particulière (deux troncs de cône accolés par leur grande base), notablement plus grande que les cellules épidermiques voisines. La dernière cellule est terminée par *une petite tête*.

Vient ensuite un *parenchyme-cortical*, formé de cellules (environ 4 assises), allongées tangentiellement, sans méats intercellulaires, à section subrectangulaire ; puis un *liège* en voie de formation (il ne prend pas nettement le vert d'iode) ; puis un *tissu fibreux*, formé d'éléments à parois fort épaisses vient immédiatement en dessous. Sans former un anneau absolument continu, il constitue une série d'îlots, dont la plus grande largeur est de cinq-six rangs environ d'éléments, et dont l'étendue tangentielle est beaucoup plus importante que la largeur tangentielle des espaces de parenchyme qui se

trouvent entre ces ilots (ou si l'on veut c'est un *anneau discontinu*).

Dans chaque élément, la lumière est généralement fort allongée dans un sens; la section est subrectangulaire, subcarrée ou vaguement elliptique. Là où il n'y a pas de fibres entre les ilots, il existe un parenchyme dont les cellules sont relativement grandes, plus grandes que celles de l'épiderme, mais toujours notablement allongées dans le sens tangentiel.

Puis vient un *liber normal*; ce liber forme un anneau plus ou moins continu, jamais complètement sur toute sa circonférence. Cet anneau comprend environ six-sept rangs de cellules dans sa plus grande largeur; deux ou trois dans la petite épaisseur. Remarquer que les plus grandes épaisseurs de liber sont toujours situées sous un îlot fibreux et les plus petites sous le parenchyme compris entre les ilots fibreux. La discontinuité dans l'anneau libérien correspond également à une plage parenchymateuse.

On compte donc autant de ces ilots fibreux que de renflements de la couronne libérienne.

J'ai souvent observé que deux ilots avaient des éléments à parois notablement moins épaisses que les autres. Le tissu mérite alors plutôt le nom de *sclérenchyme*.

Il arrive souvent aussi que deux ilots fibreux sont confluent. Dans ce cas il peut y avoir en même temps interruption dans le liber et contact du tissu fibreux et du bois. Le bois a un aspect assez hétérogène. Il y a à côté d'éléments vasculaires dont certains sont fort larges des éléments de soutien, à parois épaisses et à faible section. Ces éléments ne sont pas disposés n'importe comment. Les *éléments vasculaires* à gros calibre prédominent beaucoup dans certains secteurs, correspondant aux ilots libériens et fibreux; cependant, il s'y trouve aussi des éléments de soutien. Les secteurs intermédiaires au contraire apparaissent comme *presque exclusivement formés d'éléments de soutien*.

Ajoutons encore que dans les faisceaux vasculaires, on remarque des files d'éléments en section transversale, petits et allongés elliptiquement dans le sens radial, et traversant partiellement ou totalement la longueur du faisceau. Ils ne paraissent pas exister dans les secteurs intermédiaires. On doit les qualifier de *rayons médullaires*; leurs parois sont d'ailleurs plus minces que celles des éléments de soutien.

La *moelle* est très nettement lignifiée ; le vert d'iode mord très fortement sur les parois de ses cellules. Au centre et dans la plus grande partie de son étendue, elle est composée d'éléments de calibre considérable, plus considérable qu'en aucun point de la coupe. Dans la *zone périmédullaire*, il est assurément plus petit, mais encore supérieur à celui des plus grands éléments vasculaires. Ce qu'il y a de remarquable dans les éléments médullaires, c'est leur forme très généralement presque exactement circulaire. La forme de la section des méats est généralement celle de la surface limitée par trois, quelquefois par quatre cercles tangents, deux à deux.

Etude de la structure anatomique vers la région du collet.

On constate, tout d'abord, *une considérable étendue de la lignification*. Le tissu lignifié occupe bien les $4/5$ du rayon de la coupe. Ce qui est remarquable c'est la quantité considérable de *fibres* qu'on remarque dans ce tissu.

Ce sont des éléments petits, à parois très épaisses. La coupe n'est pas circulaire ; elle manifeste toujours dans les cas observés une dorsi-ventralité nette. La structure du bois se présente ainsi : il n'y a que deux catégories d'éléments au point de vue du calibre ; les uns à petit calibre et à parois épaisses (ce sont les *fibres*), les autres à parois beaucoup moins épaisses et à calibre beaucoup plus gros (ce sont les *éléments vasculaires*) et disposés assez régulièrement d'une manière concentrique. Là lignification a envahi jusqu'au centre.

Ici la couche cellulaire la plus externe est constituée par un liège cette fois nettement différencié qui comprend 4-5 assises de cellules et qui, sous lui, admet d'abord un *parenchyme* d'une dizaine d'assises très abondamment entremêlées de *fibres* disposées très irrégulièrement. Ces fibres, comme celles de l'intérieur (celles qui sont mêlées aux vaisseaux du bois) sont très petites, avec des parois très épaisses, une lumière plus étroite presque virtuelle ; incontestablement, elles sont en général moins grosses que celles qui se trouvent coiffer les îlots libériens dans la tige jeune comme nous venons de le voir (et aussi, bien entendu, de parois plus épaisses). De plus, elles ne sont pas réparties en masses régulièrement disposées, mais sont parsemées à travers les éléments du liber sans affecter de disposition

régulière ; elles y sont noyées en quelque sorte ; on les rencontre isolées ou par groupes de trois, quatre, cinq, ou davantage, jusqu'à une vingtaine environ d'éléments, mais, je le répète, sans aucun ordre dans leur répartition. Elles sont d'ailleurs extrêmement abondantes et donnent à ce tissu un aspect tout particulier. Leur *lignification est nettement marquée* par leur affinité pour le vert d'iode. Enfin une couche de *liber compact* et exempte de fibres borde extérieurement la masse lignifiée.

Les *rayons médullaires* donnent lieu à des observations intéressantes. Ils offrent une dualité d'aspect curieux.

Une première catégorie possède une largeur relativement très grande. D'une façon constante, j'en ai toujours vu au moins deux de cette espèce à peu près dans le prolongement l'un de l'autre ; aussi la coupe se déchire-t-elle volontiers suivant leur direction commune. Ils sont en effet composés de *parenchyme cellulosique* formé de cellules allongées radialement, à parois minces et pas très résistantes ; ce qui fait que, bien souvent, on ne peut observer que les débris de ce tissu. Bien entendu, les membranes cellulaires de ce parenchyme prennent le carmin.

Outre ces deux rayons, on en observe très souvent un troisième de longueur variable à différents niveaux : tantôt traversant tout le bois, tantôt formant à l'intérieur de celui-ci une simple boutonnière, tantôt partant du liber mais n'atteignant pas le centre du bois.

Or dans le tissu parenchymateux non lignifié, qui constitue ces larges rayons, on trouve des éléments analogues d'aspect à des éléments libériens, et qui paraissent bien en effet de *nature libérienne*. Ils sont même assez abondants. Les cellules de parenchyme sont notablement plus allongées dans le sens radial que dans le sens tangentiel.

Ce liber est en continuité avec le liber normal : on l'y voit passer ; il est plus abondant à l'entrée du rayon médullaire large en question ; dans celui-ci il est plus abondant sur les côtés qu'au centre où il y a surtout du parenchyme. Outre ces remarquables rayons médullaires dont le tissu est, répétons-le, entièrement cellulosique, il y en a d'autres qui sont composés d'éléments fort allongés radialement et lignifiés. La lignine s'est déposée de façon à figurer un aspect analogue à celui des vaisseaux du bois réticulés ou ponctués.

Ces rayons médullaires comprennent : une, deux, trois ou même

quatre, cinq files de cellules. Partant du liber, les uns atteignent le centre de la coupe et les autres s'arrêtent en chemin : il s'en faut même de beaucoup pour certains que leur longueur atteigne toute la largeur du bois.

Ononis alba Poiret

Espèce annuelle

Étude de la tige

Nous allons examiner la coupe d'une *tige secondaire* de cette espèce, quelque temps après le commencement de l'établissement de la structure secondaire. Ladite coupe est à peu près circulaire.

L'*épiderme* est formé de cellules à peu près isodiamétrales ou un peu allongées tangentiellement. La paroi tangentielle extérieure de ses éléments est considérablement épaissie.

Viennent ensuite 4-6 assises de *parenchyme cortical cellulosique* dans lequel existent, vers la partie intérieure, des *croissants sclérifiés* de développement tangentiel variable, dont la base repose sur le liber. Souvent, des croissants voisins sont soudés ensemble par leur bord ; d'autres sont libres et séparés les uns des autres par des avancées de parenchyme.

Ils sont formés d'éléments à parois, en général moyennement épaisses, à section variable mais assez large ; on peut les qualifier d'éléments de *sclérenchyme*. Il s'y mêle cependant des éléments d'allure *fibreuse*, à section plus faible, à lumière restreinte. Sur les parois de toutes ces cellules le vert d'iode s'y fixe beaucoup moins que sur les éléments du bois. L'épaisseur maximum moyenne de ces croissants sclérifiés est à peu près de 4 à 6 rangées.

Le *liber* est encore réparti en faisceaux, mais une partie de ceux-ci sont déjà soudés ensemble. Dans le bois, les 12 à 14 faisceaux de la structure primaire se distinguent encore, reliés par l'anneau du bois secondaire qui commence à se différencier. A la pointe d'un grand nombre de faisceaux on trouve des petites cellules à parois

encore cellulósiques, fixant le carmin ; on les voit se différencier de dedans en dehors et suivant des courbes remontant vers le liber ; nous avons là des formations intermédiaires entre les formations primaires et secondaires ; autrement dit des *formations métaxy-lémiques*.

La *moelle* est formée de grandes cellules, à parois minces, mais très bien lignifiées, à contour presque exactement circulaire. Les cellules voisines de la limite ligno-médullaire sont notablement plus petites que les autres.

Étude de la racine

L'étude d'une racine assez jeune, mais où les formations secondaires se sont établies, montre :

Un *liège* très net de revêtement externe, au début de sa formation. Puis quelques assises de *parenchyme*, ensuite un *anneau libérien* dont la partie extérieure est infiltrée d'une grande quantité d'*éléments fibreux*, à section toute petite, à parois épaisses, à lumière restreinte. *Le bois s'étend jusqu'au centre*, son rayon est à peu près les $9/10$ de celui de la coupe. La masse fondamentale en est constituée par des éléments nettement *fibreux*, de très petite taille, de lumière très faible, de parois épaisses. Le calibre des *éléments vasculaires* est assez grand.

On observe également dans le bois des *rayons médullaires* (une-deux assises de large), traversant tout ou partie du rayon de la masse ligneuse, et formés d'éléments allongés tangentielllement. Leur paroi, vue de face, présente sur un fond lignifié quelques ponctuations cellulósiques.

Ononis angustissima Lamarck

(Espèce vivace)

Étude de la tige

Le schéma de la structure anatomique d'une tige vers sa partie supérieure après l'établissement des formations secondaires est très

analogue à celui que nous avons rencontré chez *Ononis alba* Poiret.

Là encore, nous trouvons de nombreux paquets, libres ou soudés par les bords, *sclérifiés*, recouvrant l'anneau de *liber* et formés également d'éléments de soutien de caractères *fibreux*. Le *bois* bien différencié montre, à côté des vaisseaux, des éléments de soutien nettement fibreux à parois épaisses, à lumière très restreinte qui en constituent la masse principale.

De très nombreux *rayons médullaires*, formés de parenchyme lignifié, à parois assez épaisses, sont bien différenciés. Leur largeur est très variable (1 à 7-8 assises cellulaires). Les uns traversent tout le bois, les autres seulement une partie.

Mais nous trouvons à la limite ligno-médullaire une particularité semblable à celle que nous avons observée chez *Ononis breviflora* D. C. ; on observe à ladite limite un certain nombre de petits massifs formés de cellules de parenchyme cellulosique parmi lesquelles on peut voir souvent un petit nombre d'éléments qui paraissent de caractère libérien (ici, on observe 20 à 25 de ces massifs).

Comme dans *Ononis breviflora* D. C., ils peuvent être associés à des cavités paraissant résulter de la destruction de certains éléments cellulaires. Mais la quantité de *liber interne* différencié qui peut exister doit être toujours faible, très peu importante en somme. La *moelle* ici encore a des parois bien lignifiées. Vues de face, les parois de ses cellules montrent, sur un fond lignifié, quelques toutes petites punctuations cellulosiques.

Examinons maintenant la *tige à sa partie basilaire*, la plus âgée.

Le *liège* forme le revêtement externe (4-5 assises) et a un aspect typique : cellules rectangulaires allongées tangentiellement, empilées bien régulièrement.

L'*assise subéro-phellodermique* est très nette. Le *parenchyme*, qui vient ensuite, contient dans sa partie extérieure, non loin de cette assise, des *paquets fibreux* nombreux distribués plus ou moins régulièrement sur un cercle ; d'autres éléments fibreux, sans disposition bien régulière, s'infiltrèrent dans la *zone externe du liber*, zone de transition où les éléments libériens s'entremêlent de cellules parenchymateuses.

Le *bois* est remarquable par la *très grande abondance des éléments des rayons médullaires*. La plupart de ces rayons traversent tout le

bois; d'autres, pourtant, partant du liber ne parcourent qu'une partie de la masse ligneuse. Leur largeur est généralement considérable : de trois à quatre à une dizaine d'assises. C'est le moins grand nombre qui offre seulement 1-2 assises de large. Souvent ils réduisent le nombre de leurs assises, en pénétrant vers l'intérieur. Ainsi, on en verra offrir quatre assises de cellules vers l'extérieur puis, plus vers l'intérieur, successivement trois et deux, et une seule enfin.

Certains s'arrêtent court, en chemin, en envoyant toutefois jusqu'à la limite interne un émissaire d'une seule assise, prolongement d'une des assises limites à droite ou à gauche, ou bien les deux assises limites latérales de part et d'autre se prolongeront seules jusqu'à la moelle etc...

Les cellules des rayons médullaires forment dans leur ensemble un *parenchyme lignifié* ; leur section est subcarrée ou rectangulaire ; dans ce dernier cas, elle est plus ou moins allongée radialement. Ces éléments ont une paroi qui, vue de face, montre sur le fond de lignine de nombreuses ponctuations cellulosiques disposées plus ou moins régulièrement en files radiales. Dans certains grands rayons médullaires, il se différencie même des *éléments fibreux*.

La moelle, à parois ici sensiblement plus épaisses, possède encore des *cellules à membranes bien lignifiées* avec un certain nombre de ponctuations cellulosiques. Leur contour est encore à peu près circulaire. Les éléments voisins du bois sont notablement plus petits que les autres.

La limite ligno-médullaire est à peu près rigoureusement carrée. On se rappelle que chez *Ononis fruticosa* L. elle était sensiblement pentagonale.

La largeur relative de la moelle est beaucoup moins grande que dans l'exemple précédent, et le bois par contre notablement plus épais. Ajoutons que, dans celui-ci, on trouve, outre les éléments des rayons médullaires, des éléments de soutien, tout petits, nettement *fibreux*, à parois bien lignifiées, épaissies, à lumière restreinte.

Étude du pédoncule.

Nous avons recherché la structure du pédoncule *entre la base et la géniculation*. L'examen d'une coupe transversale montre de suite que l'ensemble des tissus présente une *symétrie bilatérale*.

Les masses fibreuses qui recouvrent, ici encore, le *liber*, comme dans la structure du rameau ordinaire, ont, on le voit nettement, une épaisseur très variable dans les différentes régions d'une même coupe. On observe que, par places, elles se soudent, qu'elles se relient intimement aux éléments qu'on doit qualifier morphologiquement de *ligneux* ; on constate aussi qu'en une certaine région, l'adhérence a lieu sur un espace fort étendu ; mais les petits îlots de *liber* ainsi enclavés permettent de se rendre compte de l'individualité primitive des tissus soudés. De plus, les fibres extra-libériennes, là comme ailleurs, prennent beaucoup moins bien le vert d'iode que les éléments ligneux.

Ces derniers forment un anneau qui contracte çà et là des adhérences avec les éléments recouvrant le *liber*, à droite et à gauche, symétriquement par rapport au plan de symétrie, qui passe précisément vers le milieu de la région d'adhérence la plus étendue dont nous venons de parler ; on voit que les fibres extra-libériennes forment un croissant d'épaisseur maximum relativement beaucoup plus grande que les autres paquets de même nature (une demi-douzaine d'assises) signalés dans la tige ordinaire.

Les fibres extra-libériennes doivent bien être qualifiées « fibres » ; car elles ont une lumière restreinte, des parois épaisses. Mais nous avons déjà dit que ces parois prenaient mal le vert d'iode, ce qui est indice d'une lignification point très avancée.

Quant à l'*anneau ligneux*, à côté des éléments vasculaires, il contient surtout des éléments de soutien fibreux et sclérenchymateux (parois toujours épaisses, section plus ou moins grande selon le caractère « fibreux ou sclérenchymateux » de l'élément considéré).

Le tissu correspondant à la *moelle* est formé de cellules à parois épaisses (mais à lumière large), à large section, croissant de la périphérie vers le centre, section d'ailleurs à peu près circulaire. Le *bois* passe insensiblement à ce tissu.

Vers la limite ligno-médullaire cependant, on trouve 6-7 régions de dimensions variables, sortes de poches où existaient des éléments cellulotiques, souvent déchirés, et alors, formant des sortes de lacunes, des cavités. Le tissu qu'on peut y voir est formé de parenchyme ; peut-être y a-t-il dans ce parenchyme des éléments de *liber* interne ; mais je ne puis être catégorique sur ce point d'une façon tout à fait absolue.

*En résumé, dès la base, avant la géniculation, on trouve une structure anatomique, voisine de celle observée chez *O. cenisia* L. plus haut, entre l'articulation et le fruit.*

Ononis natrix L.

(Espèce vivace).

Étude de la tige.

Si nous examinons une *tige secondaire*, à un état de développement moyen, nous trouvons un schéma de disposition des tissus très analogue à celui que nous observons par exemple chez *Ononis alba* Poiret.

Les *capuchons fibreux* qui recouvrent le *liber* sont nombreux et généralement distincts, quelquefois cependant soudés par leur bord. On en compte de 25 à 30. Leur épaisseur est de 4 à 6 assises environ.

On peut voir vers la quatrième, cinquième ou sixième assise corticale s'ébaucher les premiers cloisonnements qui vont caractériser l'*assise subéro-phellodermique* (le *parenchyme cortical* compte une dizaine d'assises).

L'*épiderme* est formé de cellules tantôt isodiamétrales, tantôt assez allongées tangentielllement. Les parois extérieures de ces cellules ne sont pas très épaissies.

La *moelle*, très large, est formée de cellules à section à peu près circulaire, à parois minces mais nettement lignifiées. Les cellules voisines de la limite du bois sont de calibre sensiblement plus restreint que les autres.

Ononis vaginalis Vahl.

(Espèce vivace)

Etude d'une Tige principale

On trouve extérieurement :

Un *épiderme* qui porte des *poils* formés de 3 ou 4 cellules disposées en une file unique.

Sous ce tissu épidermique viennent plusieurs assises d'un tissu qui ne peut être que du *liège*.

J'ai voulu démontrer irréfutablement qu'il ne pouvait s'agir d'un parenchyme cortical banal, sur lequel le vert d'iode était resté en quelque sorte en fraude par suite d'un lavage insuffisant par l'alcool. Ceci était déjà rendu peu probable par ce fait que, dans le grand nombre de coupes faites dans ces conditions, toutes présentaient la coloration verte de ce tissu.

J'ai refait en conséquence de nombreuses autres coupes que je puis partager en 3 séries.

- a) une série restée assez longtemps dans l'alcool absolu (dix minutes environ).
- b) une autre qui y est restée plus longtemps (20 minutes).
- c) une dernière qui y est restée très longtemps (1 heure environ).

Toujours les parois cellulaires de ce tissu ont énergiquement retenu le vert d'iode, même dans la dernière série ; alors que tout le tissu lignifié avait nettement perdu son vert (et il faut encore souligner que pour cette série (c) j'ai employé les *réactifs dilués*) le tissu en question était encore notablement coloré en vert (1). D'ailleurs, vers l'intérieur de ce tissu subérifié, il est nettement visible qu'il y a une *assise génératrice* dont les éléments sont en voie de cloisonnement actif dans le sens radial. D'autre part, ce tissu offre encore du protoplasma au stade examiné. Dans des coupes, même très longtemps traitées par NaClO, on le voit dans un grand nombre de cellules même avec les noyaux. Ces coupes sont très difficiles à vider. Il y a donc lieu de donner l'explication suivante :

(1) L'épaisseur de ce liège est de quatre à cinq assises de cellules. L'allongement tangentiel des éléments est indéniable et surtout très marqué dans la région de l'assise génératrice.

L'épiderme est un tissu qui est destiné à être exfolié.

Ce qui vient dessous est du *liège naissant*. Il s'agit là d'une *assise génératrice subéro-phellodermique*, qui aurait pris naissance *sous l'épiderme*, et constituée par l'*assise corticale sous-jacente* donnant du liège vers l'extérieur, et du *phelloderme* vers l'intérieur. Si elle n'avait pas pris naissance immédiatement sous l'épiderme, il devrait y avoir entre elle et l'épiderme, vers l'extérieur par conséquent, une couronne de tissu cortical-parenchymateux non lignifié.

D'ailleurs, sous ce liège naissant, on voit un *tissu parenchymateux nettement cellulosique* formé de plusieurs assises de cellules, elles-mêmes allongées tangentiellement d'une façon notable. Dans ce tissu parenchymateux, on trouve noyés de distance en distance des paquets de *fibres* dont la lumière a un diamètre très faible et dont les parois sont très épaisses. Cette lumière est généralement à peu près circulaire ; les fibres sont en général à peu près rondes. Les îlots fibreux dont il est question, vers l'arrière, s'appuient sur le *liber* ; vers l'avant, ils laissent entre eux et le tissu subérifié dont il vient d'être parlé 2 à 3 assises de cellules de parenchyme cellulosique. Entre ces paquets fibreux, ce dernier peut déployer une profondeur de 4-5-6 assises de cellules.

Il est clair que ce tissu résulte de la juxtaposition du tissu parenchymateux-cortical avec le *phelloderme* produit par l'assise subéro-phellodermique.

Passons maintenant au *liber* (une vingtaine d'assises). Il est très remarquable par la présence d'îlots fibreux qui forment un second rang derrière celui qui existe dans le tissu parenchymateux, à la limite extérieure libérienne. Ils sont fort inégaux d'importance les uns par rapport aux autres (1). Certains sont fort gros, d'autres tout petits, composés seulement de quelques éléments. On trouve même des fibres isolées et d'autres réunies par 2 ou 3. La répartition sur le pourtour est assez irrégulière.

Nous trouvons ensuite un *bois* très épais en largeur ; il représente les $3/4$ du rayon de la coupe.

Il est remarquable :

1° par la raréfaction relative des éléments vasculaires

(1) Leurs éléments, d'ailleurs, apparaissent plus gros que ceux des îlots précédents, dans l'ensemble.

2° par l'abondance très grande des éléments de soutien

3° par le nombre et l'importance des rayons médullaires.

En somme, il offre trois catégories d'éléments cellulaires, dont le calibre est bien tranché et bien homogène dans chaque catégorie.

1° Gros éléments..... *Éléments vasculaires*

2° Moyens éléments..... *Cellules des rayons médullaires.*

3° Petits éléments..... *Fibres.*

Les éléments vasculaires sont relativement petits et très peu abondants. Ils sont épars çà et là au milieu de la masse fibreuses soit isolément, soit par groupes irréguliers de 2 à 6 (environ), avec une tendance marquée à l'allongement radial.

Les éléments fibreux apparaissent comme constituant la masse principale du bois. Leur lumière est très étroite sans être cependant absolument nulle et les parois sont épaisses.

Les rayons médullaires sont très importants et très nombreux. Ils sont formés d'*éléments lignifiés* dont les parois sont relativement bien moins épaisses que les parois des autres éléments ligneux. De plus, il y en a un grand nombre dont la largeur est considérable et comparable à celle des secteurs radiaux découpés dans la masse ligneuse par l'ensemble des rayons médullaires qui la traversent tout entière. Ainsi, par exemple, on en peut voir, qui ont jusqu'à douze assises de large. Cependant c'est 4-5-6 assises de cellules de large que comptent généralement ces grands rayons médullaires. Leurs cellules ont pour la plupart une forme assez approximativement carrée (c'est toujours des *larges* rayons médullaires que je parle). Pourtant, quelques files de cellules peuvent s'y trouver, composées d'éléments allongés dans le sens radial (1 ou 2 ou 3 au plus dans les très larges rayons), et quelquefois, on peut même y apercevoir de petites intercalations fibreuses; ou bien encoré, on verra, par exemple, dans une coupe un rayon médullaire composé de 3 assises de large s'arrêter brusquement à mi-chemin et envoyer à la moelle un émissaire d'une seule des assises latérales formant limite avec le bois.

Ces larges rayons ne paraissent que rarement — ou pas du tout — descendre jusqu'à la moelle en conservant intégralement leur largeur. Tantôt ils vont en s'effilant progressivement, perdant peu à peu de leurs assises en largeur, jusqu'à n'en plus compter finalement qu'une ou deux arrivés à la moelle. Ou bien, arrivés à la

moitié ou aux deux tiers de leur longueur, ils s'arrêtent tout à coup, envoyant à la moelle deux prolongements qui sont tout simplement leurs assises limitantes, à droite et à gauche du tissu constitué par le bois proprement dit (fibres et vaisseaux).

A côté de ces larges rayons médullaires, il y en a d'autres beaucoup plus petits. Ils comprennent soit une, soit deux assises de cellules. Très généralement, les cellules qui les forment sont allongées dans le sens radial, et non subcarrées comme celles des grands rayons médullaires. Tantôt, et c'est le cas de beaucoup le plus fréquent, ces petits rayons traversent le bois dans toute son étendue ; tantôt partant soit du liber soit de la moelle, ils n'intéressent que la moitié ou même une partie plus restreinte de la masse ligneuse.

Le centre est occupé par une *moelle* qui a un rayon égal au quart de celui de la coupe. Elle est formée de cellules hexagonales ou pentagonales à angles arrondis, lignifiées, à parois minces, ménageant des méats assez petits. Une *zone péri-médullaire* est différenciée à la périphérie, avec des cellules notablement plus petites.

ÉTUDES SUR LE GENRE *MEDICAGO*

NOMENCLATURE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

Ayant fait une étude particulièrement détaillée sur la structure anatomique et la déhiscence du fruit dans le Genre *Medicago*, en raison du développement que j'ai donné à ce point spécial, je distinguerai, dans ce chapitre, une « Etude de l'appareil végétatif » et une « Etude du fruit ».

Dans l'ensemble de l'un et l'autre paragraphe, j'ai examiné les espèces suivantes (28 en tout).

<i>M. arborea</i> L.	<i>M. marina</i> L.
<i>M. ciliaris</i> Willd.	<i>M. minima</i> Lamk.
<i>M. cinerescens</i> Jord.	<i>M. murex</i> Willd.
<i>M. denticulata</i> Willd.	<i>M. orbicularis</i> All.
<i>M. disciformis</i> D. C.	<i>M. pentacycla</i> D. C.
<i>M. falcata</i> L. Döll.	<i>M. præcox</i> D. C.
<i>M. Gerardi</i> Willd.	<i>M. radiata</i> L.
<i>M. Helix</i> Willd.	<i>M. rugosa</i> D. C.
<i>M. laciniata</i> All.	<i>M. scutellata</i> All.
<i>M. lappacea</i> Desr.	<i>M. suffruticosa</i> Lamk.
<i>M. leiocarpa</i> Benth.	<i>M. terebellum</i> Willd.
<i>M. littoralis</i> Lois.	<i>M. tribuloides</i> Lamk.
<i>M. lupulina</i> L.	<i>M. tuberculata</i> Willd.
<i>M. maculata</i> Willd.	<i>M. turbinata</i> Willd.

ÉTUDE DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF

Medicago scutellata All.

Nous allons examiner un rameau assez jeune, où les formations secondaires sont en voie d'établissement.

Le contour de la coupe transversale est à peu près quadrangulaire.

L'épiderme est formé de petites cellules ; les parois extérieures en sont épaissies et cutinisées. Sur les côtés, elles sont iso-diamétrales ou très légèrement allongées dans le sens tangentiel. Toujours sur les flancs, nous trouvons 4 à 6 assises environ d'un *parencyhme* formé d'éléments à parois minces et cellulósiques entre l'épiderme et les tissus conducteurs.

Sur les angles nous trouvons environ 4-5 à 7-8 assises de *collenchyme* formé de cellules à parois fort épaissies. Vient ensuite, sous ce collenchyme, le parenchyme général, qui se raccorde à celui des flancs. Les cellules épidermiques qui précèdent le collenchyme ont leurs parois très épaissies, comme celles des éléments collenchymateux, surtout les parois extérieures ; celles-ci sont beaucoup plus épaissies que chez les cellules de l'épiderme des flancs.

Le bois montre des faisceaux, qui, sur un rameau très jeune, sont encore nettement différenciés les uns des autres, bien que réunis par des formations secondaires libéro-ligneuses qui prennent naissance.

Ces faisceaux sont constitués par des vaisseaux du bois mêlés à des cellules ligneuses. Les vaisseaux sont disposés en files radiales ; un certain nombre d'entre eux possèdent un assez grand calibre. Ils sont encore reliés par une *assise génératrice* qui commence à fonctionner entre le liber et le bois et également dans l'intervalle des faisceaux où, bien entendu, les formations sont purement secondaires ou métaxylémiques. Là, les éléments du bois se montrent encore peu différenciés les uns des autres : le liber est encore peu développé. On compte environ 12-14 faisceaux.

Quand les formations secondaires sont encore peu avancées, le liber de chaque faisceau est couvert par un capuchon péricyclique formé environ par 3 à 7-8 assises de *sclérenchyme*, dans sa largeur

maximum. L'affinité des parois de ce sclérenchyme pour le vert d'iode est d'ailleurs assez faible.

Plus tard, ces éléments tendront à confluer, à se souder par leurs bords en regard, en s'élargissant, en s'accroissant d'ailleurs tangentiellement de façon à recouvrir le liber d'origine purement secondaire qui prend naissance entre les faisceaux. La *moelle* est formée, pour la plus grande partie, de grandes cellules à parois minces et cellulósiques.

A la périphérie toutefois, dans la zone périmédullaire, les cellules voisines de la limite ligno-médullaire de ladite zone périmédullaire ont une section sensiblement plus restreinte. Mais il faut signaler, ici surtout, certaines cellules parenchymateuses qui bordent la terminaison de chaque faisceau du bois vers la moelle et forment à la pointe du bois comme une espèce de coiffe (4-5-6 assises cellulaires de largeur maximum). Celles-là ont un calibre fort restreint, beaucoup plus que celui des cellules périmédullaires. On peut voir ces cellules, à un stade un peu plus avancé, grossir et se lignifier peu à peu ; évidemment c'est du métaxylème.

Ces formations métaxylémiques se continuent entre les faisceaux. Le métaxylème se différencie suivant des courbes qui vont du bois primaire au liber.

Or, sur une tige tout à fait jeune de *Medicago scutellata* All., on peut constater qu'alors que l'assise génératrice libéro-ligneuse n'ayant presque pas commencé encore à fonctionner entre deux faisceaux vasculaires, leurs parties ligneuses peuvent être déjà reliées par des formations métaxylémiques.

Remarquons, pour terminer, que la surface épidermique porte sur les flancs de *nombreux poils*.

On peut en voir qui sont courts, bi-cellulaires ; la dernière cellule est globuleuse ; d'autres, beaucoup plus longs, peuvent compter jusqu'à cinq cellules, la dernière est terminée par une petite tête très saillante.

Medicago marina L.

M. marina L. nous offre un schéma tout à fait analogue, si on examine la coupe d'une tige vers la partie supérieure, là où les formations secondaires viennent de commencer à s'établir.

Il faut signaler les différences suivantes :

1° *L'épiderme*, dont la cuticule est très nette, porte un nombre très grand de poils constitués par une courte basale et une seconde cellule très longue, rubanée, en section sagittale. Nous allons retrouver sur les parois de la gousse un revêtement pileux également bien développé.

2° Les éléments des *capuchons fibreux*, qui recouvrent les éléments du liber, sont ici en très grande majorité, de caractères nettement fibreux, à parois épaisses, à lumière fort restreinte, pouvant même paraître presque punctiforme ou linéaire ; ces parois, d'ailleurs, prennent fort mal le vert d'iode.

Leur section est assez variable ; certains en ont une à peu près semblable à la section moyenne qu'ils offrent chez *M. scutellata* All. ; mais les autres, en plus grand nombre, sont beaucoup plus petits en coupe transversale.

Examinons à présent une *tige dans sa partie âgée, inférieure* chez la même espèce, partie rampante sur le sol.

Ce qui frappe tout de suite, en coupé transversale, c'est le nombre et l'importance de *larges trainées de parenchyme* qui traversent le bois et le liber, séparant la masse libéro-ligneuse en secteurs irréguliers. Elles ont d'ailleurs, sur une coupe donnée, une largeur très variable de l'une à l'autre et peuvent présenter de trois-quatre jusqu'à une vingtaine d'assises. Et les plus larges peuvent être nombreuses à un niveau déterminé ; il y a assurément, aux différents niveaux, des variations étendues dans le nombre et la disposition de ces trainées larges ou étroites les unes par rapport aux autres.

Le parenchyme qui les compose est issu de l'activité de l'assise génératrice libéro-ligneuse. Mais on voit se différencier graduellement, dans ces bandes de conjonctif, des éléments libéro-ligneux : vaisseaux du bois, cellules ligneuses, éléments de soutien fibreux. On peut observer de ces parties parenchymateuses à des stades différents, plus ou moins avancés, de transformation. De plus, on peut voir des formations métaxylémiques, en général assez abondantes à la base interne des secteurs ligneux, déborder, envahir par la base les territoires conjonctifs en question qui leur sont contigus et, suivant des courbes, remonter vers le liber. Aussi, on

peut observer de nombreuses bandes parenchymateuses fermées à la base par les éléments du métaxylème.

De même ces bandes se montrent, dans leur partie libérienne, peu à peu envahies par la différenciation des éléments libériens. Nous avons donc affaire, ici encore, à des formations secondaires dues à une assise génératrice libéro-ligneuse. Mais dans les intervalles des faisceaux libéro-ligneux de la structure primaire, la différenciation du tissu, d'abord parenchymateux et cellulosique, engendré par l'activité du cambium, paraît, ici, se faire plus tardivement que dans les portions de tige précédemment examinées. Le cambium est d'ailleurs, dans les coupes observées, très nettement visible.

Le bois renferme ici une proportion importante d'éléments de soutien, nettement fibreux, à parois très épaisses, à section toute petite, à lumière très restreinte, très souvent presque punctiforme ou linéaire.

Enfin dans cette partie basilaire de la tige de *M. marina* L., nous voyons des *formations subéro-phellodermiques*. Sous 4-5 assises de tissu uniquement parenchymateux, en voie d'exfoliation, on voit un anneau de liège (quatre-cinq à une dizaine d'assises). L'assise subéro-phellodermique est bien visible, elle a dû naître dans les parties profondes du parenchyme cortical.

On observe, plus vers l'intérieur, un tissu parenchymateux qui, tout au moins en partie, est certainement *phellodermique*. Constatation remarquable, on y peut voir parfois se développer, non loin de ladite assise, certains *faisceaux libéro-ligneux anormaux* (observés 1-2 à quelques niveaux) qui montrent des éléments vasculaires nets, recouverts extérieurement par un *capuchon fibreux*, formés d'éléments de section à peu près la même que celle des éléments correspondants du bois (les parois sont très épaisses, la lumière fort restreinte, très souvent presque punctiforme ou linéaire).

Décrivons un de ces faisceaux en exemple.

Nous trouvons extérieurement le *capuchon* dont la largeur maximum se compose de trois rangs de fibres; il forme un croissant fort enveloppant, dans sa concavité nous voyons un parenchyme cellulosique, dont les cellules sont entremêlées de quelques *éléments libériens*; enfin un peu plus loin, vers l'axe de la tige, une dizaine de petits *éléments vasculo-ligneux*. L'orientation des éléments anormaux

est donc semblable à celle des éléments vasculaires ordinaires. Enfin dans ce phelloderme, se différencient des paquets fibreux formés d'éléments à parois très épaisses, lumière très faible, très semblables à ceux du bois. Ils sont nombreux, disposés en groupes variables, à peu près sur deux cercles. La deuxième rangée se trouve vers la limite externe du liber ; en certains points, les éléments fibreux ont une tendance à s'infiltrer dans la zone externe de ce tissu.

Medicago denticulata Wild.

Nous observons *une tige jeune* à un stade correspondant à celui auquel nous avons examiné *M. scutellata* All. et *M. marina* L., vers le commencement de l'établissement des formations secondaires.

Nous trouvons encore le même schéma général.

La coupe a encore une section à peu près carrée, le bois un contour également de même forme. On trouve également douze à quatorze faisceaux libéro-ligneux de la structure primaire, reliés par les formations secondaires libéro-ligneuses dues au jeu de l'assise génératrice. On peut encore ici observer des formations métaxylémiques, se produisant de la façon dont il a été parlé précédemment.

Mais nous trouvons ici, semble-t-il bien, du *liber interne* ou anormal à la pointe de chaque faisceau. C'est l'un des tissus cribreux anormaux paraissant les mieux caractérisés, les plus abondants que nous ayons rencontrés au cours de cette étude ; il attire de suite l'attention lorsqu'on examine une coupe transversale. Son analogie d'aspect avec le liber normal est remarquable.

En règle générale, chaque faisceau libéro-ligneux primaire porte un paquet libérien, anormal de position. L'importance de ces paquets varie d'ailleurs d'une façon assez étendue, d'un faisceau à l'autre comme aussi d'un niveau à l'autre ; ils sont toujours, je le répète, bien développés. Ils ont une tendance marquée à s'infiltrer radialement entre les éléments ligneux. Dans certains, les éléments sont mêlés à une quantité plus ou moins grande de cellules parenchymateuses ; dans d'autres ils sont réunis en une masse compacte, exempte, ou à peu près, d'éléments étrangers (ce cas s'observe particulièrement à la pointe des faisceaux ligneux situés vers les régions angulaires). C'est encore à la pointe de ces faisceaux ligneux

des régions angulaires que, souvent, l'on peut voir les parties libériennes anormales enserrées de toutes parts entre des éléments ligneux. Leurs communications avec la moelle se trouvent coupées par une sorte de bague qui semble bien formée d'éléments ligneux métaxylémiques. On peut voir parfois ces derniers commencer seulement à se différencier, alors que le reste du bois avec lequel cette bague va se raccorder est déjà bien différencié, bien lignifié (elle offre 1-2 assises de large).

Le rôle physiologique de ce tissu libérien anormal, en raison de son importance relative, ne doit être nullement négligeable. Rien de semblable n'a été observé dans les tiges des espèces précédentes de *Medicago*.

Signalons encore :

Qu'aux quatre angles de la tige, nous trouvons ici également un *collenchyme*, lequel possède à peu près 6-7 assises d'épaisseur maximum; collenchyme bien différencié, à parois notablement épaissies; là d'ailleurs, l'*épiderme* lui-même prend un caractère collenchymateux. Et que les *capuchons fibreux des faisceaux libériens* peuvent atteindre une épaisseur maximum considérable (facilement une douzaine d'assises), dans les dites régions angulaires.

Medicago minima Lam.

La *tige jeune*, au commencement des formations secondaires, offre, au début, un schéma de disposition des tissus très analogue encore à celui qui a été décrit chez *Medicago scutellata* All., etc.

Les éléments des *capuchons sclérifiés*, recouvrant les faisceaux libériens de la structure primaire, sont à parois épaisses. Beaucoup ont un caractère nettement fibreux (restriction de la lumière).

Medicago falcata Doll.

Quand les formations secondaires sont bien différenciées, la **tige** montre un *bois* assez épais, très riche en éléments de soutien. Il est traversé par une très grande quantité de rayons médullaires qui ont le plus souvent une, mais peuvent avoir deux-trois assises cellulaires. La plupart s'étendent sur toute la largeur du bois, d'autres cependant n'en intéressent qu'une partie. Ils sont composés de

parenchyme lignifié ; très généralement leurs cellules sont fort allongées radialement. Vers la limite ligno-médullaire, on peut observer çà et là quelques éléments paraissant *libériens, internes ou anormaux*. Ils sont, en général, assurément peu nombreux, mais leur présence est facilement constatable, cependant, ainsi que leur identification, à un fort grossissement.

Une série de *capuchons fibreux* recouvre le liber. Ils sont formés d'éléments très nettement fibreux (parois très épaisses, lumière très restreinte), à section toute petite fixant mal le vert d'iode. Leur largeur est variable ; ils comprennent deux à une demi-douzaine de rangs de fibres environ. Leur développement tangentiel est également variable.

Aux quatre angles de la coupe transversale on trouve une sorte d'oreille remplie de *tissu collenchymateux* nettement défini par l'épaisseur et la nature cellulosique de ses parois.

Dans ces régions, l'épiderme prend lui-même un caractère collenchymateux.

Medicago suffruticosa Lam.

Nous allons examiner ici la *partie basilaire, relativement âgée de la tige*.

Le revêtement extérieur est constitué par un liège typique formé de cellules à parois minces, à section rectangulaire et allongée tangentiellement.

Le *parenchyme* qui vient ensuite comprend un petit nombre d'assises de cellules à parois minces et cellulosiques.

Le *liber* comprend une partie externe formée d'éléments libériens très entremêlés de cellules parenchymateuses et de fibres à parois épaisses, à lumière très restreinte — généralement allongée — à section faible, le plus souvent aplatie.

La disposition des éléments du *bois* est intéressante.

A des niveaux tout à fait inférieurs, vers le collet, il n'y a plus de moelle. La lignification a envahi la tige jusqu'à son milieu. Le centre de lignification où aboutissent les grands rayons médullaires peut être rejeté par côté. Sur certaines coupes, on peut voir une large bande de parenchyme, à cellules notablement allongées radialement, s'enfoncer jusqu'au dit centre de lignification. A la partie intérieure de cette bande, tout contre le bois, on trouve des éléments

libériens, reliés d'ailleurs par des trainées radiales formées d'autres éléments également libériens, au liber général extérieur. D'ailleurs on a bien l'impression que cette zone parenchymateuse est la continuation toute naturelle des tissus à membrane cellulosique.

Le parenchyme de ces bandes est mince et se trouve souvent plus ou moins déchiré sur les coupes, en sorte qu'elles prennent l'aspect de sortes de poches.

Les *rayons médullaires* sont très intéressants à examiner. On peut leur observer, toujours dans la région considérée, de 2-3 à 6-7 assises de cellules. A un même niveau d'ailleurs toutes les largeurs sont représentées. Aux différents niveaux, la proportion des différentes catégories de rayons change beaucoup. Les uns s'étendent du liber jusqu'au centre de lignification; les autres partant également du liber s'arrêtent plus court dans le bois. Leurs éléments sont généralement très allongés radialement et à section rectangulaire; ils sont formés de parenchyme lignifié; leur paroi vue de face montre sur un fond lignifié des ponctuations cellulosiques relativement nombreuses et plus ou moins régulièrement disposées.

Le *bois* renferme encore d'assez grands vaisseaux et des éléments de soutien nettement fibreux, dont le nombre est variable, cela dépend des niveaux.

Mais souvent, à la base de 1, 2 ou 3 larges rayons médullaires qui s'étendent jusqu'au centre, on voit des sortes de poches où a persisté du parenchyme à parois très minces, cellulosiques, d'ailleurs souvent détruites dans les coupes transversales. Dans ces poches il existe peut-être même aussi des *éléments libériens*; mais je ne peux pas être absolument affirmatif sur ce point.

Si nous coupons la tige dans une région un peu plus élevée, nous voyons ici une *moelle* qui, bien que réduite, présente cependant encore une certaine largeur. Vers la limite du bois on peut voir des petits éléments qu'on peut ici, d'une façon quelque peu plus certaine que tout à l'heure, considérer comme des *éléments libériens internes*, donc anormaux.

Examinons à présent une racine déjà assez grosse de *M. suffruticosa* Lamk.

Le caractère le plus saillant en est le très grand développement du parenchyme extérieur au bois. Ce parenchyme a une largeur à peu près égale au rayon du bois. Ses éléments ont des parois minces,

cellulosiques. Ils sont disposés bien régulièrement en assises et sont entremêlés d'un grand nombre de tout petits éléments fibreux dispersés, éparpillés çà et là, à section toute petite, à lumière très restreinte, à médiocre lignification. Ce tissu passe au liber compact qui borde le bois, par un tissu formé d'éléments libériens mêlés à des cellules parenchymateuses et surtout à une quantité prodigieuse de fibres tout à fait semblables aux fibres libériennes précédentes, mais beaucoup plus nombreuses encore.

Le *bois* se montre fondamentalement constitué par des *éléments fibreux* qui n'ont pas une section plus grande que les précédents. Comme ceux-ci, elles ont une lumière très restreinte : le plus souvent, presque punctiforme ou linéaire et des parois épaisses. Les *vaisseaux* forment un massif d'une certaine étendue vers le centre du bois et, par ailleurs, se répartissent plus ou moins régulièrement en cercles concentriques.

Les *rayons médullaires* ligneux sont formés essentiellement d'éléments cellulosiques. Ils peuvent présenter de 1, 2, à 3 assises de cellules. Ils s'étendent du liber jusqu'au centre de lignification ou s'arrêtent au contraire avant d'atteindre cette région. Mais à certains niveaux on peut voir des trainées plus larges de tissu cellulosique s'enfoncer dans le bois jusque vers le centre, paraissant renfermer une proportion importante d'*éléments libériens*, continuation, en somme, du liber extérieur.

Étude du fruit chez le genre *Medicago*.

J'ai fait une étude toute particulière sur la structure anatomique et sur la déhiscence du fruit du genre *Medicago*. Les premiers résultats en furent consignés dans un mémoire spécial (1). Je les ai repris, complétés et augmentés par la suite au cours de ce travail.

Je vais donner l'état actuel de la question en rappelant ce que j'ai déjà établi et en complétant ces premières indications par mes plus récents résultats.

(1) Sur la structure anatomique et la déhiscence des fruits du genre *Medicago*. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Études supérieures, Paris, 1911.

HISTORIQUE DE LA QUESTION

Voici d'abord comment j'ai résumé l'histoire de la question dans mon premier travail :

La bibliographie que l'on peut trouver sur ce sujet est loin d'être volumineuse. Il nous faut d'abord parler de la thèse de M. Leclerc du Sablon qui nous fournit les indications les plus importantes (1).

Nous voyons là l'exposé des principes qui président à la déhiscence des fruits à péricarpe sec sous l'influence de la dessiccation des tissus. Ces principes tiennent, en majeure partie, dans les deux propositions suivantes :

1° *Les fibres lignifiées se contractent moins dans le sens de leur longueur que dans une direction perpendiculaire.*

2° *Des éléments cellulaires de forme quelconque se contractent d'autant plus toutes choses égales d'ailleurs que leurs parois sont plus épaisses.*

Partant de là, l'auteur précité examine et explique les modes de déhiscence qu'on rencontre chez un certain nombre de familles. Pour ce qui est des Papilionacées, il prend comme exemple la gousse de *Spartium junceum* et tire, de sa structure anatomique, l'explication des particularités qui en accompagnent l'ouverture : la rupture avec explosion, et l'enroulement des valves en spirale.

Il passe ensuite à celle des *luzernes* ; il n'étudie d'ailleurs que les deux espèces : *maculata* Willd et *sativa* L. (Ce point sera développé ultérieurement).

M. Leclerc du Sablon a résumé et repris dans sa thèse trois travaux antérieurs de Steinbrinck (2).

Postérieurement ce dernier a publié encore d'autres résultats (3) dans le même ordre d'idées.

M. Weberbauer quelques années plus tard, continue l'étude du même sujet. Il arrive à des conclusions beaucoup plus rigoureuses

(1) LECLERC DU SABLON. Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec. (*Annales des Sciences naturelles*, série VI, Bot., t. XVIII, 1884).

(2) STEINBRINCK. Untersuchungen über die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte. (Dissertation, Bonn, 1873). — Untersuchungen über das Aufspringen einiger trockenen Pericarpien (*Botanische Zeitung*, 1878). — Über einige Frücht gehäuse die ihre Samen in Folge der Benetzung freilegen (*Berichte der deutsche Botanischen Gesellschaft* I, 1883, p. 339).

(3) STEINBRINCK. Über die anatomisch-physikalischen Ursachen der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe (*Flora*, 1891, p. 193).

mais paraissant moins exactes dans deux travaux (1) dont le second se rapporte particulièrement aux Scrofularinées.

M. Leclerc du Sablon n'applique les principes précédents qu'à la majeure partie des cas et non à leur absolue totalité ; il réserve « quelques rares exceptions où la déhiscence s'explique facilement par la grande contraction du parenchyme mou ».

Pour M. Weberbauer, il n'y a que la partie lignifiée interne qui joue un rôle dans l'ouverture du fruit « La portion interne que je considère seule dans la suite, écrit-il à propos des Scrofularinées, se compose d'éléments à parois épaissies et généralement lignifiées » ; phrase qui montre bien que cet auteur ne fait aucun cas d'une intervention possible des parties celluloses qui constituent le conjonctif mou. M. Gaumé, qui s'est occupé également de la déhiscence du fruit de plusieurs Scrofularinées dans un travail exécuté à ce laboratoire (2), s'est aperçu de l'exagération qu'il y avait à faire une abstraction aussi complète du rôle des parties molles ; il cite la phrase de l'auteur précédent (reproduite plus haut d'après la traduction qu'il en donne) pour la combattre, et faire ressortir le caractère trop absolu du point de vue qu'elle dénote.

Nous avons pu faire la même constatation pour certaines espèces de *Medicago*, ainsi que l'on verra par la suite.

Il convient, en dernier lieu, de citer un important travail de M. Joxe sur le mode d'ouverture des achaines (3) au moment de la germination des graines à leur intérieur. Cet auteur a repris « ce sujet délaissé de la morphologie générale » et a conclu à l'existence de véritables lignes de déhiscence, dans la plupart des fruits indéhiscent, si paradoxale que la chose puisse paraître au premier abord.

Ces lignes sont des zones faibles qui se rompent comme dans le cas des fruits susceptibles de s'ouvrir sous l'influence des variations hygrométriques.

(1) WEBERBAUER. Beiträge zur Anatomie der Kapsel Früchte (*Botanisches Centralblatt*, Bd. LXXI, 1898). — Über die Früchtanatomie des Scrophulariaceen (*Beihefte zum Botanischer Centralblatt*, Bd. X, 1901).

(2). J. GAUMÉ. — Contribution à l'étude de la déhiscence chez les Séropularinées. Paris 1909.

(3) Sur le mode d'ouverture des achaines et des noyaux au moment de leur germination. Note de M. JOXE présentée par M. Bonnier in "*Comptes-Rendus*" du 17 mars 1910. Voir aussi thèse: Sur l'ouverture des fruits indéhiscent à la germination (Paris 1912) du même auteur.

Elles sont déterminées histologiquement : « On retrouve, dit-il, pour les fruits indéhiscent, les dispositions structurales des fruits déhiscent » et il indique quelles sont ces dispositions et comment elles permettent de prévoir la place des lignes d'ouverture. Seulement la *déhiscence des achaines* (s'il est permis d'employer cette expression qui paraît étrange de prime-abord) s'opère d'après lui, non plus sous l'influence de la dessiccation des tissus du péricarpe, mais au contraire par suite de la poussée interne de la graine en voie de germination. » Cette poussée, dit-il, est toujours progressive, commençant par la radicule qui agit à la façon d'un coin et se continuant par l'épanouissement des cotylédons, de sorte que les lignes d'ouverture partent presque toujours du point du péricarpe contre lequel s'appuie la pointe de la racine.

TECHNIQUE EMPLOYÉE

Il n'a pu être pratiqué, ici bien entendu utilement, que des coupes de fruits serrés dans la moelle de sureau. La nature ligneuse de l'organe ne permet guère les coupes par la méthode des inclusions à la paraffine.

Et encore la première façon de procéder n'a pas laissé que d'être fort laborieuse. On se heurte en effet à de très grandes difficultés. Les gousses de *Medicago* sont composées de parties extrêmement dures et de tissus de consistance très molle; les zones lignifiées présentent une telle résistance, que c'est à peine si le rasoir parvient à les entamer dans certains échantillons. Enfin la forme de ces fruits constitue un obstacle plus grand encore et d'un ordre tout spécial. Ils sont en effet presque tous enroulés en hélice. Or, pour avoir des coupes bien transversales, bien perpendiculaires à la nervure dorsale et à la direction générale d'allongement cellulaire, il faut qu'elles aient été pratiquées dans une région voisine du diamètre des tours; elles deviennent d'autant plus mauvaises qu'elles correspondent à des cordes plus excentriques, ce qui explique que chaque fruit ne fournit qu'un nombre restreint de préparations nettes.

J'ai opéré ainsi pour rechercher l'existence de la déhiscence par dessiccation des tissus.

Les fruits étaient d'abord imbibés par un séjour prolongé dans

l'eau froide, pure ou alcoolisée, ou encore dans l'eau chaude (selon les règles établies par M. Leclerc du Sablon) ou bien, au contraire, ils n'étaient soumis à aucun traitement préalable avant la dessiccation par la chaleur. Cette dessiccation s'effectuait dans une étuve où la température était maintenue à 50°.

M. Leclerc du Sablon explique soigneusement l'influence de la chaleur sur les tissus péricarpiens. Le rôle joué par cet agent physique provient de ce qu'il entraîne avec soi la dessiccation. Son action propre est de signe contraire à celle de cette dernière; elle est due à des effets de dilatation. Mais elle est négligeable vis-à-vis de l'action de la déshydratation des membranes cellulaires. Les substratums employés pour effectuer les germinations intra-péricarpiennes ont surtout été constitués par le sable, calciné au préalable. J'ai employé aussi, mais moins fréquemment, la ouate et la sciure de bois stérilisées.

ÉTUDES DÉTAILLÉES SUR LE FRUIT DE PLUSIEURS ESPÈCES

Medicago arborea L.

J'ai établi ainsi la composition anatomique du péricarpe.

« Cellules de l'épiderme externe à peu près isodiamétrales dans la région du fermoir ainsi que dans celle du bord placentaire, et allongées tangentiellement partout ailleurs. Nervure médiane très développée avec fibres externes nombreuses, épaisses et formant un paquet concave vers l'intérieur, où il enveloppe un liber et un bois bien accentué.

« Les éléments ligneux sont bien individualisés par files de cinq, six ou sept.

« Souvent, en arrière de ces groupes, existe encore un petit centre de lignification.

« Le bord placentaire présente ses deux nervures symétriques en forme de crosse, ou plus exactement ce sont les fibres externes de ces nervures qui affectent cette apparence. Cette crosse est très épaisse par rapport à la couche interne sclérifiée. La suture carpellaire est, comme toujours, formée de tissu mou.

« Quant à cette couche interne sclérifiée, elle est constituée par

des fibres assez épaisses de parois et offre une solution de continuité, ou tout au moins un très grand affaiblissement dans la région dorsale.

« Notons que les nervures placentaires, comme la zone lignifiée intérieure, présentent leurs éléments uniformément orientés dans la direction d'allongement de ceux de la nervure médiane. Les fibres du bord ventral ne sont donc pas dirigées comme dans la majorité des cas. Elles recouvrent un bois et un liber, qui offrent un aspect identique à celui des parties correspondantes du bord dorsal; le bois y est également divisé en groupes de vaisseaux dont l'un souvent en arrière.

« Et en dernier lieu : « notons l'existence de poils bicellulaires dépendant de l'épiderme externe. »

Dans mon travail de 1911, je signalais la germination intrapéricarpienne d'une gousse. J'en ai étudié *deux autres* depuis. En ce qui concerne la première, j'ai observé que la radicule est sortie par le bord dorsal, en le trouant nettement par une des régions homologues des lignes de déhiscence formées de parenchyme mou et situées de chaque côté du fermoir. Je faisais remarquer que « le trou avait été nettement perforé sans que la moindre fissure affecte à droite et à gauche la ligne de moindre résistance sur laquelle il se trouve. » D'où indice de probabilité d'action chimique. « Quant au bord placentaire; ajoutais-je, il s'est ouvert largement sous l'effet de la croissance du reste de la plantule; il offre, en effet, une résistance bien moins grande à l'ouverture des valves. L'axe hypocotylé a fait surgir son extrémité par le bord dorsal, mais il n'a entraîné qu'une fracture peu étendue de la ligne faible qu'il a traversée. »

Dans les deux dernières germinations étudiées, la radicule, au moment où elles avaient été arrêtées, n'était que peu ou imparfaitement sortie du péricarpe. Dans l'une d'elles, sa pointe était restée cachée, mais on apercevait la moitié supérieure faisant une légère hernie par le bord placentaire légèrement délaminé. Dans l'autre, la radicule était restée tout entière dans le péricarpe. Mais dans les deux cas, le reste de la plantule avait fait saillie par le bord dorsal, déterminant une fracture très peu étendue. Il paraît bien certain que la corrosion chimique doit avoir, là encore, joué un rôle considérable; autrement, s'il y avait eu action purement mécanique, on

aurait eu affaire à une large fissure, peut-être même à une ouverture totale du bord dorsal.

Medicago ciliaris Willd.

J'ai donné de la structure anatomique la description suivante :

« Epiderme formé de cellules allongées tangentiellement et présentant partout sur le bord dorsal et les piquants comme sur les flancs de nombreux poils polycellulaires, à parois retenant le vert d'iode et formés d'une seule file de cellules, d'allongement et de longueur croissants, depuis celle qui est à la base jusqu'à celle qui forme l'extrémité. D'autres poils plus petits sont au contraire terminés par une tête qui paraît généralement formée de 4 cellules, dont la réunion forme souvent une sphère.

« Couche sclérifiée interne formée d'éléments assez épais. Elle n'est pas continue du côté dorsal, elle s'interrompt au-dessous du fermoir ; il y a encore ici indication de deux régions analogues à des lignes de déhiscence.

« Nervure médiane présentant un paquet fibreux très développé qui donne naissance au squelette des piquants, lequel occupe presque toute la largeur de ceux-ci ; ce sont donc des productions très fortement sclérifiées. Nervures secondaires offrant les mêmes caractères que le fermoir, mais sans relation avec l'armature des piquants. »

J'ai constaté l'indéhiscence du fruit de cette espèce par la méthode d'imbibition et de dessiccation.



MEDICAGO ECHINUS D. C.

Germination intra-péricarpienne.

Les germinations intra-péricarpiennes m'ont donné des résultats remarquables.

Dans mon premier travail j'en signalais une et je la décrivais ainsi : « Elle a été effectuée sur de l'ouate humide dans la gousse de la variété *echinus* D. C. et elle présente un grand intérêt.

« Les cotylédons et l'axe hypocotylé ont bien passé par une des lignes de moindre résistance dont il vient d'être parlé, rejetant le fermoir sur le côté, mais la radicule a passé au travers d'une des valves du tour dans lequel elle est née et de plus a traversé de part

en part le tour suivant comme l'aurait fait une aiguille. Il n'a pas là évidemment action mécanique et il est impossible d'imaginer autre chose qu'une corrosion de nature chimique pour expliquer ce bizarre phénomène sans préjuger d'ailleurs de la cause de ladite corrosion. »

Depuis, j'en ai obtenu *plusieurs autres également très remarquables*. Dans *une gousse, deux germinations* s'étaient produites. De la première, on voyait passer la radicule qui s'était immiscée entre les piquants et tout le reste de la plantule. Ces deux parties avaient chacune fait saillie par le bord dorsal, en contournant le fermoir. Pour la saillie de la tigelle et des cotylédons, il y avait eu trou net; pour la radicule, une certaine fracture mais pourtant encore assez limitée. En regardant de plus près, on en apercevait la cause : la seconde plantule germée montrait tout près, commençant à faire saillie au dehors, son axe hypocotyle et ses cotylédons. Les deux germinations s'étaient produites tout près l'une de l'autre.

Une deuxième gousse montrait quatre germinations intra-péricarpiennes, dont trois ont fait complètement saillir la plantule toute entière; pour la quatrième les cotylédons seulement faisaient hernie vers le dehors. Elles ont toutes eu lieu de la même façon; il y a eu sortie de la radicule, aussi bien que du reste de la plantule, par le bord placentaire par l'une des zones faibles, mais aussi par perforation, très nettement, en quelque sorte à l'emporte-pièce.

Une troisième gousse a donné une germination. La racine et le reste de la plantule sont sortis par la zone faible du bord dorsal.

Une cinquième gousse a fourni également une germination. Elle s'est encore effectuée par la même région : radicule et reste de la plantule ont très nettement percé juste le trou nécessaire à leur passage.

Une sixième gousse m'a donné une germination intéressante. La radicule est sortie *non pas par une zone faible*, au bord placentaire ou au bord dorsal, mais bien entre ces deux régions *sur la face latérale d'un tour*. Elle a glissé entre ce tour et le suivant pour venir faire saillie en dehors. C'est là une preuve nouvelle de ce fait qu'il n'y a pas forcément surrection de la plantule par une zone de pseudo-déhiscence, mais qu'elle peut se produire par une zone de résistance maximante; comme dans le premier cas examiné, étant donnée la dureté de la paroi traversée et la netteté du trou de sortie, il doit y

avoir très certainement eu corrosion chimique. Le reste de la plan-tule est sorti très nettement à l'emporte-pièce par la zone faible du bord placentaire.

Medicago cinerescens Jord.

Le fruit de cette espèce n'a pas été étudié dans mon premier travail. Voici les principales caractéristiques anatomiques.

L'*épiderme externe* est formé de cellules à peu près isodiamétrales, il porte des poils très nombreux. Je les ai vus le plus souvent constitués par une seule file de trois cellules. La basale est toujours beaucoup plus développée que ses congénères épidermiques; sa forme et ses dimensions sont assez variables; elle est souvent allongée beaucoup, perpendiculairement à la surface de la gousse et élargie à la base; pourtant, quelquefois, elle affecte une forme sub-carrée en section sagittale et dans certains autres cas, elle offre son élargissement maximum à quelque distance de son pied, figurant ainsi, sur la préparation, deux troncs de cône accolés par leur grande base et coupés par un plan sagittal.

Les deux autres cellules sont moins larges que la basale et offrent très généralement un aspect de section sagittale subtrunc-conique; la trace de la grande base étant en contact avec la cellule précédente. La troisième est encore moins grande que la seconde, elle peut même avoir de très petites dimensions.

J'ai observé aussi des *poils* qui ne se composaient que de deux cellules: dans ce cas, la seconde offrait une terminaison très arrondie.

Certains autres poils à deux ou à trois cellules se sont montrés terminés *par une petite tête globuleuse*. J'ai pu observer dans cette catégorie une forme fort curieuse: le dernier élément était en forme de coupe dont le pied reposait sur la seconde cellule et dont la concavité semblait contenir une tête globulaire. D'autres étaient de constitution semblable, mais bi-cellulaires.

Certains se composent d'une basale surmontée par une cellule en forme de poire (la partie effilée étant contigue à la basale et la partie renflée terminale).

Enfin, j'ai pu constater aussi la présence de productions épidermiques constituées par *une seule cellule épidermique*: tantôt sub-hémisphérique et tantôt allongée perpendiculairement à la surface du fruit, avec rétrécissement de la largeur pour la partie qui fait

saillie hors de la surface de l'épiderme et qui se termine par une partie arrondie.

La lignification est très puissante. Dans la plus grande partie de la largeur d'une valve, il règne des éléments à parois, retenant fortement le vert d'iode, considérablement allongées et dont la direction d'allongement est rectangulaire par rapport à celle des éléments sclérifiés plus profonds. Ils forment une couche extérieure à celle constituée par ces derniers, et quand ils sont coupés transversalement, n'offrent pas un aspect sensiblement différent. On doit les considérer comme faisant partie intégrante de la couche lignifiée interne. D'ailleurs, cette bande extérieure, qui a 6-7 cellules de large dans la région dorsale et y offre à peu près autant de largeur que le conjonctif mou, va en s'amincissant sur les flancs jusqu'à s'annuler. Vers le milieu des flancs, il ne reste plus que la bande profonde qui y compte 3 à 5 cellules de largeur environ et parfois 1-2 vers le bord dorsal.

Sous le fermoir, il y a discontinuité nette de la couche sclérifiée ; à droite et à gauche, il y a deux zones de tissu mou, compris entre les fibres dorsales et la masse lignifiée interne. Cette dernière offre une assez grande variabilité, quant à l'épaisseur des parois cellulaires. Tantôt celle-ci est moyenne, tantôt elle est fort grande, jusqu'à laisser une lumière très faible. Cette variabilité se présente même à un niveau déterminé unique.

Le *fermoir* a son paquet fibreux point trop développé. Le calibre des éléments de celui-ci y est généralement notablement plus petit que dans la couche interne, l'aspect homogène, les parois épaisses. Les éléments vasculaires sont bien développés à sa face interne.

Le *bois* forme des petites files radiales très nettes d'une cellule de large avec les plus petits éléments tournés vers la cavité du péri-carpe comme il faut logiquement s'y attendre. Les paquets fibreux des nervures secondaires ont le même aspect que celui du fermoir ; pour les premières nervures très proches de la masse lignifiée interne, les éléments libéro-ligneux sont en quelque sorte « cernés » entre elle et le capuchon fibreux qui leur correspond.

Le *bord placentaire* a ses éléments fibreux allongés perpendiculairement à ceux du fermoir. Le squelette des piquants à un certain niveau se montre nettement formé aux dépens du paquet fibreux du

fermoir et de la première nervure sectionnée à ce niveau. J'ai toujours constaté par dessiccation *l'indéhiscence du péricarpe*.

Medicago denticulata Willd.

J'ai donné les caractéristiques suivantes au point de vue anatomique.

« Cellules épidermiques allongées tangentiellement, moins cependant dans la région du fermoir que sur les flancs.

« Nervure médiane à paquet fibreux très développé. Il en est de même des nervures secondaires, surtout de la première (de chaque côté, à partir du bord dorsal) où, dans certaines coupes, l'étendue couverte par ledit paquet est égale ou même supérieure, en section transversale, à celle qu'il occupe dans le fermoir.

« Des fibres de la nervure médiane et de celles de la première nervure secondaire, se détachent celles qui constitueront l'armature des piquants. Celle-ci, quoique toujours très développée, semble laisser de chaque côté un peu plus de parenchyme mou que dans le fruit de *M. ciliaris* Willd.

« *Couche interne continue, sans aucun affaiblissement dans la région dorsale.* D'une manière générale, les parois des fibres de cette gousse, quelle qu'en soit la position, ne sont pas très épaisses.

« Dans les nervures, les éléments libéro-ligneux sont peu abondants mais très nets. L'allongement des cellules de la zone lignifiée interne est uniformément parallèle à la nervure dorsale. »

J'ai constaté de plus *l'indéhiscence par dessiccation*.

Une gousse qui m'avait donné quatre germinations m'avait montré la surrection par le bord dorsal de la radicule et du reste de la plantule.

Vingt autres gousses ont été ensuite étudiées par moi. Elles ont fourni vingt-sept germinations intra-péricarpiennes, à raison de 1-2 ou 3 par gousse.

Pour l'une, la déhiscence de toute la plantule s'est faite par le bord placentaire. Pour les autres, les choses se sont passées comme il a été déjà dit : sortie de la radicule et du reste de la plantule par le bord dorsal en faisant très généralement un trou net ou tout au moins en ne provoquant qu'une fracture peu étendue de ce bord dorsal. Comme il n'y a en somme, comme il résulte de la structure

anatomique, *point de zone faible dorsale nettement marquée*, on est encore conduit à conclure à la très grande probabilité d'une corrosion chimique.

Medicago disciformis D.-C.

J'ai ainsi décrit la structure anatomique.

« *Epiderme* externe peu allongé tangentiellement, surtout dans la région du fermoir, où sa section est à peu près carrée.

« La couche interne est fort peu développée; elle n'offre en général qu'une assise de cellules. Mais voici une particularité curieuse. Sur certaines coupes, elle est invisible et on ne peut distinguer que du tissu mou. En même temps, par fusion des fibres des nervures noyées dans le parenchyme mou se constitue une couche externe plus ou moins développée selon les coupes examinées et qui peut arriver, dans certaines, à former une *bande externe continue*, donnant au premier abord l'impression d'une couche interne normale, d'ailleurs fort large. Les cellules dont elle est composée n'ont pas leurs parois très épaisses. Il en est de même de celles qui forment la vraie couche interne, quand elle existe. Il est facile de se rendre compte cependant de la signification anatomique de la couche externe. Car on y trouve accolés, du côté interne, de petits faisceaux libéro-ligneux très nets. Comme il fallait s'y attendre, cette couche externe n'est nullement en relation avec le fermoir et laisse, de chaque côté de celui-ci, deux canaux de tissu mou puisque, bien entendu, elle n'est nullement continue d'une valve à l'autre. »

J'ai observé aussi la déhiscence du fruit sous l'influence de la dessiccation. J'ai décrit ainsi cette déhiscence.

« Le fruit délamine chaque valve en deux couches, l'une dure, coriace et l'autre plus mince et dont le bord n'arrive pas tout à fait à la hauteur de celui de la première. Une rangée de piquants couronne le contour de celle-ci. Le fermoir se détache, entraînant avec lui deux rangées de ces ornements. Tantôt ce détachement peut être complet; tantôt, et ceci paraît plus fréquent, il peut n'être qu'unilatéral.

« Or les coupes nous ont toujours fait voir que l'armature des piquants est formée par la jonction de fibres, issues à la fois du fermoir et de la première nervure secondaire, ou tout au moins de la partie de la couche externe qui lui correspond. En se séparant d'une

des valves, le fermoir délamine les fibres de ces piquants dont une moitié reste adhérente à la valve et l'autre à la nervure médiane elle-même. »

J'ajouterai, à ce sujet, que j'ai observé une gousse dans laquelle, dans une certaine région, la déhiscence étant commencée et les piquants s'étant déjà délaminés par la base, mais étant encore adhérents au sommet, la radicule venant d'une gousse voisine avait cheminé dans son développement en passant à travers les sortes d'arches ainsi constituées qui l'enserraient fortement. J'ai d'ailleurs dû rompre cette association pour me rendre compte de sa nature.

J'ai proposé l'explication suivante de ce mode de déhiscence : « Dans les fruits bien différenciés, susceptibles d'entrer en déhiscence, la partie située à la face interne de la couche externe étant molle entièrement ou ne comprenant qu'une mince couche lignifiée interne, se contractant plus que la bande externe, amènerait la rupture d'une ou des deux régions conjonctives situées entre le fermoir et celle-ci. En même temps, elle se décollerait de ladite bande externe; d'où l'aspect spécial observé. *Sept germinations* intrapéricarpiennes dans deux gousses, m'avaient amené à la conclusion suivante : « Toujours, la radicule, comme aussi le reste de la plantule, est sortie par l'une des lignes de déhiscence dorsale, en provoquant l'ouverture largement, suivant cette ligne. Mais ici la déhiscence a eu lieu à la manière ordinaire; il y a eu séparation des deux valves simplement, et l'on n'a observé aucun dédoublement de leur paroi comme dans le cas de la déhiscence provoquée par la dessiccation du péricarpe. »

J'ai pu ensuite étudier *sept autres germinations dans trois gousses*; cinq se sont produites comme il a été décrit plus haut : il y a eu ouverture du fruit de la façon que je viens d'exposer. Les deux autres se sont produites dans une gousse restée indéhiscente. La sortie a eu lieu *par une des zones dorsales de déhiscence* et à « *l'emporte-pièce* » aussi bien pour la radicule que pour le reste de la plantule.

Medicago falcata L. Doell.

J'ai examiné la structure de la gousse, laquelle est très voisine de celle du fruit de *M. sativa* L. « Il faut noter, ai-je ajouté, cependant, que la couche sclérifiée interne y est plus développée que dans

la gousse de cette dernière espèce par rapport au conjonctif et que de chaque côté elle adhère au fermoir, de constitution d'ailleurs semblable à celui de *M. sativa* L. »

Je n'avais pu alors, faute d'échantillons intacts et renfermant des graines germables, obtenir de germinations intra-péricarpiennes. Par la suite, j'ai étudié *cinq germinations* dans *trois gosses*. La radicule et le reste de la plantule ont fait saillie par le bord dorsal sur l'une des lignes faibles ou par le bord placentaire.

Ici, je dois dire que lors de la germination de la graine, il y a eu une large déhiscence, aussi bien du côté dorsal que du côté ventral. Du côté dorsal, elle s'est produite sur l'une des lignes faibles laissant d'un côté le fermoir adhérent à une valve. Je dois reconnaître que sans nier l'existence d'une action chimique de la radicule, il y a lieu de tenir compte d'une action mécanique provenant du gonflement de la gaine par humectation et de la poussée des organes en voie de croissance. C'est à cette cause qu'il faut rapporter la large déhiscence observée.

Par imbibition et dessiccation, nous n'avons pas trouvé de déhiscence. Ceci est conforme aux règles de M. Leclerc du Sablon. L'allongement des éléments de la couche interne est en effet uniforme, d'une part ; d'autre part le conjonctif mou, ai-je déjà fait remarquer, n'a pas une épaisseur relativement très grande par rapport à celle de la couche sclérifiée, comme dans la gousse de *M. sativa* L.

Medicago Gerardii Willd.

Voici la description que j'ai donnée de la structure anatomique du fruit.

« Epiderme externe, formé de cellules à peu près isodiamétrales dans la région dorsale, allongées tangentiellement sur les flancs. Il porte des poils, formés d'une seule file de 2, 3 ou 4 cellules dont la dernière offre une terminaison arrondie. Nous en avons, en outre, observé un qui était fort curieux : sa cellule terminale était divisée en quatre branches dont l'une, courte et renflée, s'articulait avec l'avant-dernier élément.

« Couche sclérifiée interne peu large. Elle est formée de fibres à section transversale en général allongée radialement ; ce n'est point

d'ailleurs une règle absolue. Dans les échantillons bien différenciés, elle est continue dans la région du fermoir. Les cellules de l'épiderme interne sont moins allongées que celles de l'épiderme externe. » Je ferai remarquer ici, que, quant au fermoir, par la suite, il m'a toujours paru moins développé que chez *M. cinerescens* Jord. « Les éléments du liber et du bois sont abondants vers l'intérieur. Nervures du bord placentaire à paquets de fibres externes disposés en deux croissants symétriques, dont l'allongement des éléments est dirigé perpendiculairement à la nervure médiane. Un peu de liber et de bois sont situés un peu plus intérieurement que les dites fibres. Nervures secondaires assez peu développées. Les fibres de celle qui est la plus proche du bord dorsal ainsi que celles du fermoir sont en relation avec le squelette des piquants » A cette description j'ajouterai la remarque suivante :

Il y a tendance accentuée à la fusion des capuchons fibreux des nervures secondaires. Il peut ainsi s'engendrer une *véritable couche sclérifiée externe*, plus ou moins développée en longueur et qui va en s'effilant en se rapprochant du bord placentaire. Les éléments vasculaires, gardant leur place, permettent d'individualiser les nervures primitives. Au contact des éléments de la *couche sclérifiée interne* proprement dite (éléments sectionnés transversalement en coupe transversale) il n'y a très généralement que du conjonctif mou. A quelques niveaux, on aperçoit cependant, en cette position, des petits paquets d'éléments lignifiés allongés longitudinalement ; mais ils sont peu abondants, à la différence de ce qui se passe chez *M. cinerescens* Jord.

J'ai toujours constaté aussi, par imbibition et dessiccation, l'*indéhiscence de ces gousses*. Ceci s'explique bien, étant donnée l'uniformité de direction des éléments lignifiés.

Deux germinations dans une gousse m'avaient montré la sortie de la radicule et aussi du reste de la plantule par les homologues des lignes de déhiscence situées de part et d'autre du fermoir.

Depuis, j'ai pu étudier *vingt-quatre nouvelles germinations* intrapéricarpiennes, s'étant produites au total dans *six fruits*. Le nombre de germinations par fruit était généralement considérable. Deux gousses avaient donné une germination, deux autres quatre et les autres respectivement cinq et huit.

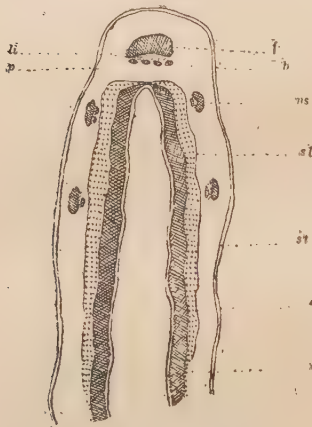
En général, la sortie de la radicule et du reste de la plantule ont

eu lieu par un trou net et dans la région faible dorsale. Je n'ai constaté que deux cas bien nets de fracture du bord dorsal et encore la fracture était médiocrement étendue. En outre, quatre racicules ont fait saillie par le bord placentaire.

Pour terminer, j'ajouterai que j'ai complété aussi l'étude du système pileux. Ce qui m'a paru dominer considérablement, c'est la présence de poils tricellulaires caractérisés par une cellule terminale extrêmement développée en longueur et à parois épaisses. Je n'ai rien trouvé de semblable sur la gousse de *M. cinerescens* Jord. Bien moins nombreux se sont montrés des poils bi et tri-cellulaires à cellule terminale arrondie ou même subglobuleuse.

Medicago Helix Willd.

Voici la description anatomique que j'ai donnée du légume de *M. Helix* Willd.



Coupe (gousse) de *MEDICAGO HELIX* Willd (schéma)

li., liber; p., parenchyme; f., fibres; b., bois; ns., nervure secondaire; sl., fibres allongées perpendiculaires à la coupe; st., fibres allongées transversales; e., épiderme externe; é., épiderme interne.

« Epiderme externe formé de cellules isodiamétrales au voisinage du fermoir et à parois fort épaisses, relativement au reste du parenchyme mou. Couche sclérifiée interne assez épaisse et hétérogène. Sa partie intérieure est formée de 4 ou 5 assises de fibres, fort épaisses et de direction parallèle à la nervure médiane. Au contraire, la zone externe offre une orientation de ses éléments perpendiculaires au sens dont nous venons de parler: en coupe transversale, ils se présentent dans le sens de leur allongement, on les obtient donc en section longitudinale; ils montrent des caractères nettement fibreux, un grand épaississement des parois et une forme fuselée. Ajoutons enfin que la couche sclérifiée interne ne s'interrompt pas du côté dorsal, mais y est par contre très affaiblie.

« Le fermoir n'est pas très développé relativement à ceux des

fruits des autres espèces. Des fibres périecycliques, à parois épaisses, recouvrent des éléments libériens et ligneux bien nets. Les nervures latérales présentent les mêmes caractères. Il n'y a pas de piquants. »

Par *dessiccation* du péricarpe, j'avais constaté la *déhiscence* du fruit qui s'ouvrait nettement et régulièrement *par le bord dorsal*. La raison en est très certainement dans la différenciation de la couche sclérifiée interne en deux zones formées de fibres à orientation perpendiculaire. « La règle de M. Leclerc du Sablon s'applique ici avec une exactitude remarquable. La région des fibres, à allongement perpendiculaire à la nervure médiane, se contracte plus que celle où ces éléments ont leur plus grande dimension dirigée en sens inverse, la tendance des valves à s'incurver vers l'extérieur détermine une tension qui fait céder, soit sur une seule des lignes de déhiscence, soit sur les deux, la région molle qui s'étend au bord dorsal de part et d'autre du fermoir.

« Tantôt donc, et ceci varie même sur la circonférence d'un tour, la nervure médiane est rejetée sur le côté, entraînée par une des valves ; tantôt elle s'est détachée à droite et à gauche, et demeure libre de toute adhérence. »

J'avais étudié *vingt germinations* dans *dix gousses* non ouvertes. J'avais constaté toujours dans tous les cas, sauf un seul, la sortie de la radicule comme de la plantule par des lignes de déhiscence dorsale (Cependant j'ai pu voir une fois sortir la radicule par le bord placentaire). « Pourtant, par une exception curieuse, dans un échantillon, on a pu voir *la radicule perforer le milieu d'une des valves du tour où elle est née* ; preuve d'une action chimique et non essentiellement mécanique. »

La cloison traversée est en effet fort résistante. La couche interne est formée, comme il a été dit, d'éléments à parois fort épaisses. « Ceci est d'autant plus intéressant, ai-je d'ailleurs fait remarquer, qu'étant donné la facile ouverture du fruit, une cause physique pourrait être, sans difficulté, invoquée seule, si l'on n'avait entre les mains que des légumes où la plantule s'est fait jour par les lignes de déhiscence. Plongé dans l'eau chaude, l'un d'eux s'est ouvert régulièrement sous l'influence de l'augmentation de volume qu'a subie la graine. »

Depuis j'ai pu constater dans *cinq germinations* obtenues *chacune*

dans une gousse la sortie de la plantule comme il a été indiqué précédemment (par l'une des lignes dorsales de déhiscence).

Medicago laciniata All.

Voici la description que j'ai donnée de la structure anatomique :

« Cellules épidermiques allongées tangentiellement sur les flancs, à peu près isodiamétrales dans la région du fermoir. Poils épidermiques, constitués par une cellule de base, suivie d'une seconde, elle-même terminée par un groupe de 2 ou 3 cellules à parois très cutinisées et alignées horizontalement. La couche interne est continue d'une valve à l'autre dans la région dorsale. Les fibres externes du fermoir, des nervures secondaires, celles de la bande sclérifiée et du bord placentaire, sont toutes à parois extrêmement épaisses ; la lignification dans cette gousse est très avancée.

« Dans certaines coupes, on a pu observer une tendance à la fusion des paquets fibreux des premières nervures secondaires, de façon à former une bande lignifiée externe. Les nervures placentaires présentent leurs fibres allongées perpendiculairement à celles des nervures des valves et du fermoir. »

J'ai toujours constaté, par dessiccation, l'indéhiscence du fruit. J'avais obtenu cinquante-cinq germinations intra-péricarpiennes, dans dix-huit gousses. La radicule, comme le reste de la plantule, étaient sorties, par perforation, très nettement à « l'emporte-pièce », dans tous les cas, par le bord dorsal sur l'une des régions homologues des lignes de déhiscence, à droite et à gauche du fermoir. Comme ces régions sont en réalité résistantes, à cause de la continuité de la couche lignifiée interne d'une valve à l'autre, étant donnée d'autre part la netteté de la perforation dont il vient d'être parlé, il y a là encore indication d'une corrosion chimique.

Deux autres gousses nous ont donné par la suite dix-sept germinations nouvelles, huit dans l'une, neuf dans l'autre. Comme précédemment, il y a eu sortie de la radicule et du reste de la plantule par le bord dorsal et cela, par une perforation nette sans entraîner de fracture.

Medicago lappacea Lam.

J'ai donné la description anatomique suivante :

« L'épiderme externe est très allongé tangentiellement, beaucoup

plus que l'épiderme interne. Le parenchyme est, ici encore, assez bien développé, moins cependant que dans *M. sativa* L. Les nervures secondaires présentent un paquet de fibres externes, presque circulaire et très développé; il occupe presque toute la largeur du parenchyme. Le liber et le bois qu'il recouvre vers l'intérieur sont bien nets mais peu développés relativement. L'épaisseur des parois des fibres n'est pas très grande par rapport à celle des éléments homologues de la plupart des autres espèces.

« Le fermoir offre les mêmes caractères; le paquet fibreux qui y est également bien développé donne naissance, ainsi que celui de la première nervure secondaire, la plus importante, à l'armature interne des piquants.

« De plus, il y a dans ce légume deux régions qui ressemblent à une ligne de déhiscence, deux zones faibles du côté dorsal. La couche lignifiée interne de chaque valve ne se joint pas à sa symétrique dans la région du fermoir, ni ne s'étend jusqu'à ce dernier. Il y a donc, situées respectivement à gauche et à droite de la nervure médiane, deux portions conjonctives offrant une résistance minima. » Il avait été obtenu *dans quatre gousses* des germinations ayant donné naissance à des plantules dont la sortie s'était effectuée par une zone faible dorsale. Pourtant, l'une d'elles avait produit *une racine*, qui était sortie par le travers d'une des valves, par perforation par conséquent, dans une région de résistance maximum, ce qui indique clairement *une action chimique*. Il n'a pu être étudié depuis de nouvelles germinations intra-péricarpiennes.

Medicago leiocarpa Benth.

Voici les détails que j'ai donnés sur la structure anatomique du fruit: « En coupe transversale, grand développement du parenchyme mou. La couche interne n'offre qu'une faible largeur; le fermoir et les nervures secondaires ont leur paquet fibreux bien développé.

« L'épiderme externe est peu allongé perpendiculairement à la nervure médiane par rapport à la majorité des autres espèces, surtout dans la région dorsale et dans la région placentaire où la section de ses cellules est à peu près carrée. L'épaisseur des parois des fibres de la couche interne est très grande, si par contre il n'y a qu'environ

2 ou 3 rangs de ces éléments. Cette bande sclérifiée s'affaiblit ou s'interrompt même sous le fermoir. Quant à l'épaisseur des parois des fibres des nervures médianes et secondaires, elle est bien moins grande. Les éléments libériens et ligneux sont bien développés à la face interne du paquet fibreux des nervures, surtout dans le fermoir où ils sont très abondants. On peut même observer que l'épaisseur des parois des vaisseaux du bois est supérieure à celle des parois des fibres, contrairement au cas général. Le bord placentaire présente son paquet fibreux externe, formé d'éléments à allongement croisé avec celui de la nervure médiane et du liber et des vaisseaux du bois abondants vers l'extérieur.

« J'ai pu obtenir la *déhiscence du péricarpe par dessiccation*. La déhiscence s'est produite fort nettement par le bord dorsal ; il y a eu détachement du fermoir avec l'une des valves ou même avec les deux à la fois. La raison de ce fait doit sans doute être cherchée dans la contraction du parenchyme mou qui est très abondant dans ce légume. En se contractant, il doit développer, par suite de la grandeur relative de sa masse, une énergie assez grande, d'autant plus que la résistance aux deux lignes de déhiscence doit être assez faible, puisque la couche interne est discontinue ou affaiblie, tout au moins au-dessous du fermoir. Le raccourcissement, également plus considérable en longueur de ce conjonctif, permet ainsi d'expliquer l'écartement des valves qui fait sauter le fermoir sur une des lignes faibles ou sur les deux à la fois, c'est en somme la même chose que ce qui paraît se passer pour le fruit de *M. sativa* L. »

Medicago littoralis Lois.

J'ai donné de la gousse de cette espèce la description anatomique suivante :

« Epiderme externe, formé de cellules à peu près isodiamétrales dans la région dorsale et allongées tangentiellément sur les flancs, à parois d'ailleurs partout assez épaisses. Couche sclérifiée interne formée d'environ quatre ou cinq assises de fibres, à parois très épaisses, au point que les éléments peuvent se montrer presque aveugles. Dans la région avoisinant le bord dorsal, le parenchyme est en grande partie lignifié ; une petite zone externe seule est restée cellulosique.

« Le fermoir est formé d'un faisceau libéro-ligneux bien net où l'on a souvent vu le bois divisé en trois masses, recouvert extérieurement par un paquet fibreux, à éléments épais de parois. Mais l'ensemble constitue une nervure médiane, en somme bien petite, comparée à celle du fruit d'autres espèces.

« Le bord placentaire a ses fibres externes réunies en une bande dont l'allongement des éléments est perpendiculaire à la nervure médiane, et protégeant un peu de liber et de bois situés plus intérieurement.

« Les nervures secondaires, de constitution analogue à celles du fermoir, sont situées à la limite extérieur du parenchyme lignifié au voisinage de la région dorsale.

« La lignification très avancée du fruit de cette espèce, le défaut de solution de continuité de la couche interne dans la partie correspondant au bord externe ou, tout au moins, l'absence d'affaiblissement suffisant en cet endroit, permettent d'expliquer pourquoi ces légumes ne se sont jamais ouverts sous l'influence de la dessiccation du péricarpe. »

De plus, les « piquants situés en double rangée sur le bord dorsal ont leur armature interne très développée ; une toute petite bande cellulosique seule l'enveloppe et leur partie sclérifiée est en relation avec les fibres du fermoir et de la première nervure secondaire. »

Les *germinations intra-péricarpiennes* obtenues étaient au nombre de quatre produites dans deux gousses. « La racicule d'abord et le reste de la plantule ensuite ont passé par l'angle dorsal de la couche interne, traversé le parenchyme mou marginal qui entoure les parties lignifiées et qui a été seul rencontré ensuite et sont finalement sorties en contournant le fermoir venant au jour par une région homologue d'une ligne de déhiscence. »

Il y avait eu fissure sur une certaine étendue de la ligne de pseudo-déhiscence traversée.

Medicago maculata Willd.

J'ai présenté les observations suivantes quant à la structure anatomique : « M. Leclerc du Sablon a étudié la gousse de *M. maculata* Willd. Il y a décrit une couche lignifiée interne, formée d'une ou deux assises de fibres parallèles à la nervure médiane. Il parle du

fermoir constitué par des fibres réunies en un seul faisceau, et du bord placentaire avec ses fibres divisées en deux masses symétriques. Il signale encore que l'épiderme externe est peu, ou point, allongé perpendiculairement aux fibres externes. Enfin, il conclut à l'indéhiscence du fruit sur le bord placentaire où elle pourrait se concevoir. « L'enroulement, dit-il, est trop grand pour permettre la déhiscence. » Il représente la couche interne discontinue dans la région dorsale. A cette description, nous n'ajouterons que l'affirmation de l'existence des éléments libériens et ligneux à la face interne du paquet fibreux des nervures. Au fermoir, ils sont peu abondants, mais partout ils sont cependant très nets. »

Par dessiccation du péricarpe, j'avais vérifié également l'indéhiscence de ce légume. De plus « il avait été obtenu *vingt-six germinations* dans douze gousses. La sortie s'est toujours effectuée par le bord dorsal, pour la tigelle et les cotylédons comme pour la radicule. La ligne faible, homologue d'une ligne de déhiscence, par où elle a lieu s'est toujours largement fissurée sous l'effort mécanique produit : elle offrait donc une faible résistance. » Depuis, *deux nouvelles germinations* produites dans *une gousse* chacune, m'ont encore montré la sortie de la radicule, comme du reste de la plantule, par une ligne faible dorsale. la fracture produite s'est montrée ici peu étendue.

Medicago minima Lam.

Voici les caractéristiques anatomiques que j'ai indiquées pour la gousse de *M. minima* Lamk :

« Epiderme externe formé de cellules très petites. De lui dépendent des poils de tailles assez différentes mais tous monocellulaires. Lignification des tissus très avancée, les parois des fibres aussi bien dans la couche sclérifiée interne que dans les fibres internes des nervures médiane et secondaires sont fort épaissies. Le bois et le liber sont très nets, en dedans de ces dernières fibres. Le fermoir est très bien développé. La couche interne présente une solution de continuité dans la région dorsale. L'orientation des éléments est constante dans toutes les parties sclérifiées. »

Enfin, j'avais constaté toujours l'indéhiscence du péricarpe par dessiccation.

Medicago murex Willd.(voir *Medicago tribuloides*)*Medicago marina* L.

La gousse de cette espèce n'avait pas été précédemment étudiée par moi. Principales caractéristiques anatomiques :

Epiderme formé de cellules à peu près isodiamétrales, dans la région dorsale et, sur les flancs, allongées tangentiellement. Les très nombreux poils qui donnent à ce fruit son aspect velu sont, pour la plus grande partie, tricellulaires, offrant une grande ressemblance avec les longs poils de la gousse de *M. Gerardi* Willd.

Toutefois, je n'ai trouvé qu'assez peu souvent à la cellule terminale le même développement en longueur que chez celle de ces derniers, encore que l'aspect soit très semblable, l'épaisseur des parois tout à fait comparable et l'allongement tout de même considérable (quelquefois pourtant, il peut être sensiblement le même, mais c'est loin d'être le cas général). A côté de ces poils, mais moins fréquents, existent des poils tri et bicellulaires, à élément terminal en forme de petite tête ou figurant une sorte de coupe portant un globule et des excroissances épidermiques monocellulaires.

Les éléments du conjonctif mou sont minces de parois. A droite et à gauche du fermoir, ses cellules profondes sont de grandes dimensions. La couche sclérifiée interne comprend 1-2 rangées de cellules, à parois généralement point très épaisses. Sa largeur est faible. Le fermoir est assez bien développé; les éléments de son paquet fibreux, comme ceux des capuchons des nervures secondaires, sont semblables à ceux de la couche interne.

Pour lui, comme pour les nervures secondaires, les éléments libéro-ligneux sont très nets. A de certains niveaux, j'ai constaté une fusion des capuchons fibreux des premières nervures près du fermoir. Le squelette des piquants — pas très nombreux — se montre encore, au niveau de leur insertion, formé aux dépens des fibres du fermoir et de celles du paquet sclérifié de la première nervure secondaire.

Enfin, l'épiderme interne se montre allongé tangentiellement. Je n'ai pas pu obtenir de germinations intra-péricarpiennes. Par contre, pour de nombreux échantillons, j'ai toujours constaté l'indéhiscence

du fruit par dessiccation du péricarpe, ce qui est conforme aux règles de Leclerc du Sablon, étant donnée l'uniformité de direction des éléments lignifiés.

Medicago orbicularis All.

La structure anatomique a été ainsi décrite :

« Epiderme externe formé de cellules allongées tangentiellement sur les flancs, à peu près isodiamétrales dans la région du fermoir et dans celle du bord placentaire, et portant des poils polycellulaires formés d'une seule file de cellules. Il y en a qui, ayant pu être observés en entier, nous ont montré une forme assez curieuse. L'avant-dernière cellule — dans l'exemple décrit il y en a trois — est renflée assez fortement ; la cellule de base est très allongée et se rattache à l'épiderme par une sorte de pied élargi, pouvant d'ailleurs constituer un élément distinct. Enfin, la cellule terminale se rétrécit en cône au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité. Ils offrent d'ailleurs de larges variations morphologiques.

« Certains, par exemple, ont montré un égal renflement de leurs éléments, sauf du dernier, qui est plus allongé ; d'autres présentent leur seconde cellule plus étroite vers l'extrémité que vers la base. Mais en général, on peut les regarder comme composés d'un nombre d'éléments qui ne dépasse pas 3 ou 4.

« La couche interne, très bien développée, n'est pas formée d'éléments à parois très épaisses. Les nervures secondaires sont très nombreuses. Le bois et le liber y sont peu abondants, mais très nets. Dans le fermoir il est relativement plus développé. »

A cela, joignons la constatation de la discontinuité de la *couche lignifiée interne* dans la région du fermoir, discontinuité nettement accentuée, laissant à droite et à gauche de celui-ci deux zones faibles bien marquées. Notons aussi la présence de deux bourrelets bien indiqués correspondant aux deux bords de la feuille carpellaire, soudés dans la région placentaire. Ces bourrelets sont séparés par un sillon médian étroit et assez profond.

J'avais mentionné une *germination* dans une *gousse*, germination qui m'avait montré la sortie de la radicule, comme du reste de la plantule, par l'une des zones faibles du bord placentaire.

Depuis, grâce à l'envoi d'un lot important de bonnes graines, j'ai

pu étudier un bien plus grand nombre de ces germinations, soit *cent quatre-vingt-six* dans *trente-huit gousses* (1).

Dans la grande majorité des cas, il y a eu sortie de la radicule comme du reste de la plantule par un trou très net sans fracture. Cette sortie s'est effectuée la plupart du temps par le bord dorsal; pourtant dans douze cas, j'ai constaté qu'elle avait eu lieu par le bord placentaire pour la radicule seulement; dans deux autres cas il y a eu sortie à la fois de la radicule et du reste de la plantule par la même région; enfin dans un autre cas, c'est seulement la tigelle avec les cotylédons et la gemmule, qui ont fait saillie dans la zone précitée. En réalité, il y a possibilité de sortie pour la plantule dans la région du bord placentaire, de deux manières: soit par la ligne de suture des carpelles, soit par la ligne faible correspondant au tissu mou compris entre la couche lignifiée interne et chacun des faisceaux fibreux placentaires.

L'étude de ces nouvelles germinations ne m'a montré aucune dérogation sensible aux règles de M. Joxe, mais l'existence d'une action chimique est cependant fort nettement suggérée. J'ai dit que la radicule avait produit une trouée « à l'emporte-pièce »; dans la plupart des cas, la perforation s'est montrée très bien indiquée, procurant juste à l'organe la place nécessaire pour passer. Mais, qui plus est, le reste de la plantule s'est comporté de la même façon; ce qui évoque même le plus invinciblement l'idée d'une corrosion, c'est la sortie à peine commencée de certaines paires de cotylédons. Elles offrent en effet une forme globuleuse ce qui, sous l'effet d'une poussée mécanique, ne peut produire qu'éclatement, rupture, large fracture. Or, il y a eu saillie par un orifice dont le contour est exactement le même que le contour correspondant de l'organe en question; il y a eu perforation absolument à « l'emporte pièce » sans étoilement, ni fêlure. Cette saillie avait eu lieu assurément près du bord dorsal, dans l'une des zones faibles par conséquent, mais à une petite distance cependant du fermoir. Or, il eut été plus facile aux coty-

(1) Voici exactement le résultat de ces essais :

1 gousse a fourni	13 germ.	4 gousses ont fourni	6 germ. chacune.
2 gousses ont fourni	12 — chacune.	4 — — —	5 — —
2 gousses ont fourni	11 — — —	3 — — —	4 — —
1 gousse a fourni	10 — — —	4 — — —	3 — —
3 gousses ont fourni	8 — chacune.	4 — — —	2 — —
1 gousse a fourni	7 — — —	10 — — —	1 — —

lédons de passer toujours par cette zone assurément, mais tout contre le fermoir où la résistance est très faible, car il suffit souvent d'une action mécanique bien légère pour le faire sauter. Le mode de sortie s'est donc montré tout différent de celui qu'on aurait pu déduire tout naturellement de la mise en œuvre d'une simple poussée mécanique.

Medicago pentacycla D. C.

J'ai donné la description suivante de la structure anatomique du fruit :

« Lignification extrêmement avancée, parenchyme mou très réduit. Les fibres du fermoir de la couche interne des nervures secondaires ont leurs parois extraordinairement épaisses ; la lumière en est presque réduite à un point.

« Les paquets fibreux des nervures secondaires peuvent arriver, par coalescence, à former *une couche sclérifiée externe continue*. Entre celle-ci et la couche interne s'étend une zone très large dans la région dorsale et presque uniquement (ou tout au moins en majeure partie) composée de parenchyme lignifié. On n'observe aucun affaiblissement sensible de la couche fibreuse interne (1) dans la région du fermoir ; toutefois, comme son angle de rebroussement n'est recouvert extérieurement que de parenchyme cellulosique, il y a là une indication de deux lignes faibles homologues d'une ligne de déhiscence d'un fruit déhiscent. L'épiderme externe présente des poils formés d'une seule file de cellules. »

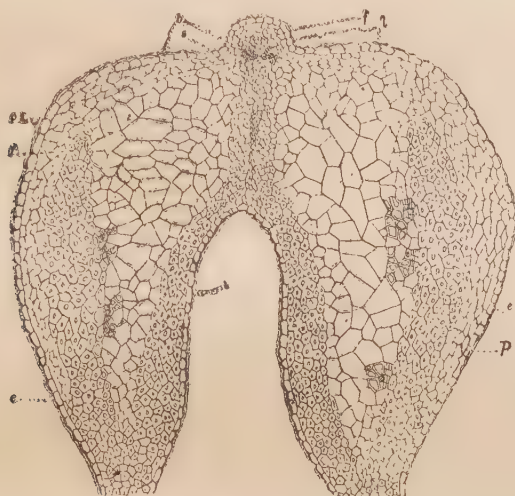
Je compléterai cette description par les observations suivantes. La coalescence des paquets fibreux des nervures secondaires, si elle se montre fréquemment, ne se produit pas cependant toujours ; ce n'est point là une règle absolue. En tout cas, on reconnaît toujours, malgré la suture des capuchons fibreux, l'existence des nervures primitives par la présence des petits faisceaux libéro-ligneux situés à l'intérieur. Cette couche sclérifiée externe peut descendre jusqu'au contact avec la couche interne, ou bien s'arrêter à quelque distance. (Le premier cas a été représenté fig. 7).

Le parenchyme qui se trouve vers l'angle de rebroussement de la

(1) Ceci n'est point toutefois une règle absolue. En d'autres cas, j'ai pu constater un affaiblissement très marqué de la couche interne ou même une discontinuité complète. C'est dans les fruits à piquants développés que j'ai fait cette constatation.

couche interne est très généralement lignifiée. Cette lignification s'étend plus ou moins loin dans la direction du bord placentaire.

Les éléments fibreux, correspondant aux nervures du bord placentaire, sont allongés rectangulairement par rapport à la direction



Coupe de la gousse de *MEDICAGO PENTACYCLA* D. C.

p., parenchyme mou; *ps.*, parenchyme sclérifié; *f.*, fibres coalescentes externes (avec vaisseaux du bois et du liber vers l'intérieur) et fibres du fermoir; *l.*, liber; *b.*, bois; *s.*, couche sclérifiée interne; *e.*, épiderme externe; *i.*, épiderme interne.

des fibres du fermoir. Il peut arriver que les bandes sclérifiées qu'ils forment aillent, dans la direction du bord dorsal, rejoindre la couche lignifiée interne, ceci d'ailleurs n'est point une règle absolue.

Dans les cas où il n'y a pas coalescence complète en une couche sclérifiée externe des paquets fibreux des nervures secondaires, on observe, à partir d'une petite distance du bord dorsal, un très grand rapprochement, un contact même, pourrait-on dire, des nervures avec la couche interne. J'ai pu observer, pour certaines, que le capuchon fibreux se rejoignait, en coupe transversale, à droite et à gauche, à ladite couche interne, encerclant ainsi, à l'intérieur d'une épaisse couche de tissus sclérifiés, une toute petite enclave où se trouvent les quelques éléments vasculaires de la nervure.

Les piquants du fruit offrent une longueur fort variable. Tantôt ils sont fort longs, tantôt ils offrent l'aspect de simples tubercules,

tantôt ils présentent une longueur intermédiaire. J'ai vérifié que leur armature, ici encore, est formée par des fibres venues du fermoir et de la première nervure secondaire. Quand ils sont bien développés, le capuchon fibreux qui forme le fermoir est fort important, très développé lui aussi. Il l'est beaucoup moins quand les piquants sont petits (C'est ce qu'on voit sur la figure ci-dessus).

Tous les éléments fibreux de ce fruit sont fort épais de parois. J'avais déjà constaté l'*indéhiscence du fruit par voie de dessiccation*. J'avais aussi étudié *douze germinations intra-péricarpiennes dans sept gousses* ce qui m'avait conduit à l'observation suivante : « Radicule comme tigelle et cotylédons sont sortis encore par perforation des parois de la gousse, sur l'une des lignes faibles dorsales. La radicule a percé à « l'emporte-pièce » ; le reste de la plantule, par son plus gros volume, a occasionné une fissure d'ailleurs assez limitée. Ici encore, il y a probabilité d'une corrosion chimique, » avais-je fait remarquer.

Depuis j'ai étudié *trente-huit nouvelles germinations* qui s'étaient produites à l'intérieur de *quinze gousses*.

Elles m'ont montré, dans un grand nombre de cas, une sortie de la radicule et du reste de la plantule, par *un trou net*, dans l'une des zones de la région dorsale, homologue des lignes de déhiscence.

Dans un certain nombre d'autres cas, cependant, j'ai observé une fracture du bord dorsal généralement assez limitée (c'est surtout la tigelle et les cotylédons qui produisaient ce résultat). D'ailleurs à un outil d'acier, la ligne faible dorsale oppose une résistance notable.

De plus, j'ai constaté la sortie de deux radicules par la ligne de suture des bords du carpelle.

Mais une des germinations m'a donné un résultat nouveau tout à fait curieux ; plus singulier encore que celui que m'avait fourni une autre de *M. ciliaris* Willd et dont il a été question précédemment.

L'observation de cette germination de *M. ciliaris* Willd m'avait suggéré l'idée de semer très près les unes des autres des gousses de Luzerne, même d'espèces différentes, pour voir si la radicule pourrait occasionnellement, pendant sa croissance, agir sur un autre légume que celui dans lequel elle était née. C'est ainsi, qu'ayant semé en quelque sorte en tas, sur du sable calciné, des fruits complets de *M. pentacycla* D. C. et de *M. marina* L., j'ai pu faire l'observation suivante :

Une radicule provenant d'une germination intra-péricarpienne de *M. pentacycla* D. C. a troué nettement et de part en part, suivant une



ligne perpendiculaire aux plans des tours, une gousse de *M. marina* L. par un trou très net, sans fêlures ni étoilement en partant. La gousse traversée n'était nullement altérée, elle n'avait subi aucune attaque par les microorganismes, révélée à l'examen le plus attentif. Ce cas démontre avec une évidence indéniable un phénomène de corrosion chimique exercée par la radicule perforatrice; d'où l'on ne peut s'empêcher de penser que, d'une manière générale, un tel phénomène doit jouer un rôle important dans la sortie des plantules, en voie de germination, des péricarpes des fruits des Luzernes (voir fig. ci-contre).

MEDICAGO

PENTACYCLA D. C.

Germination intra-péricarpienne.

La petite gousse traversée par la radicule est de *M. marina* L.

Medicago præcox D. C.

Voici comment j'ai donné la structure anatomique du fruit de *M. præcox* D. C. :

« Epiderme externe allongée tangentielle-ment, sauf dans la région du fermoir où ses cellules ont une section à peu près carrée. Le

parenchyme mou est assez bien développé. Les nervures médiane et secondaire ont leurs fibres bien développées. Le bois et le liber y sont peu abondants, mais toujours nets. La couche interne comprend environ 4 à 5 assises de cellules, à parois assez épaisses. Elle s'est toujours montrée interrompue dans la région du fermoir. Comme presque toujours, l'orientation de ses éléments est parallèle à celle des fibres du fermoir et des nervures secondaires. J'ai toujours constaté l'indéhiscence par dessiccation. »

De plus, « il a été obtenu trois germinations intra-péricarpiennes de *M. præcox* D. C. Chaque fois la radicule, ainsi que la tigelle et les cotylédons, a utilisé pour sortir l'une des lignes faibles dorsales. Dans deux des gousses, la radicule était sortie d'un côté du fermoir, le reste de la plantule, de l'autre côté; en sorte que le fermoir s'était détaché. Mais ceci ne n'était produit que sur une petite longueur,

correspondant juste à la largeur de la plantule. La fissure ne s'était pas davantage étendue dans l'autre échantillon où toute la plantule était sortie par le bord dorsal et d'un seul côté du fermoir. » Par la suite, j'ai pu étudier *trois autres germinations* qui s'étaient produites dans *deux gousses*. La sortie de la radicule a eu lieu par une des pseudo-lignes de déhiscence du bord dorsal *par un trou net*. Pour la sortie du reste de la plantule, il y a eu une certaine fracture.

Medicago radiata L.

La structure anatomique de ce fruit n'avait pas été décrite dans mon premier travail. Voici quelques indications à ce sujet. (Pratiquer de bonnes coupes dans ledit fruit, malgré sa forme moins enroulée que les autres, est d'ailleurs fort difficile).

Les parois sont minces et curieusement translucides. Le bord dorsal et la ligne de suture des carpelles offrent une faible résistance.

L'*épiderme externe*, sur les flancs, est formé d'éléments allongés tangentiellément.

Le parenchyme mou, compris entre lui et la couche interne se compose d'environ 5-6 assises de cellules ; il est donc fort peu épais. La couche interne est, elle aussi, peu large : quand j'ai pu bien l'examiner en coupe transversale, je l'ai vue formée d'une assise de cellules fibreuses à parois très épaisses, à lumière peu développée et allongées en section transversale perpendiculairement à la surface du fruit. Les nervures sont petites et nombreuses. Leurs vaisseaux se montrent *annelés* ou *spirales*. Les capuchons fibreux, par rapport à ce qu'ils sont chez les fruits des autres espèces de *Medicago* examinées, ne se montrent pas très développés.

J'ai pu examiner, dans d'assez bonnes conditions, la région placentaire. J'y ai vu les éléments vasculaires relativement abondants. Les éléments fibreux forment une crosse nettement accentuée, arquée en demi-cercle en section transversale de 4 ou 5 assises cellulaires d'épaisseur et dans la concavité de laquelle se trouvent deux ou trois masses ligneuses qui représentent les vaisseaux du bois dans le système vasculaire de cette région. Cette demi-couronne fibreuse se traduit d'ailleurs par un bourrelet saillant extérieurement et courant parallèlement au bord de la feuille carpellaire. Elle s'étend à quelque distance de ce bord et s'y relie par des éléments

fibreux qui, en section transversale, figurent le manche rectiligne de la crosse. D'autre part, le bec de cette crosse (ou extrémité la plus rapprochée du bord dorsal) ne touche pas à la couche interne, mais s'arrête à une petite distance de celle-ci.

Medicago rugosa D. C.

Le fruit de cette espèce n'a pas été étudié dans mon premier travail. Voici les caractéristiques anatomiques que j'ai pu mettre en évidence.

L'*épiderme externe* est formé de petites cellules rectangulaires, fort allongées dans le sens tangentiel. Leurs parois sont plus épaisses que celles des cellules du conjonctif.

Sous cet épiderme, j'ai observé une assise formée de cellules ayant une forme et une épaisseur de parois semblable aux cellules épidermiques et formant *hypoderme*. Enfin, vient le conjonctif proprement dit, dont la constitution est assez curieuse. Les cellules profondes, celles qui font partie des assises situées au voisinage de la couche interne, ont été observées en effet, très généralement, fort notablement plus grandes que les cellules des assises voisines de l'épiderme. Souvent on observe même une gradation croissante bien marquée du calibre cellulaire de l'épiderme à la couche sclérifiée interne.

La *couche interne* a un aspect assez variable. Très généralement composée de 2-3 assises cellulaires, elle s'est montrée tantôt formée de cellules polygonales ou subpolygonales, allongées perpendiculairement à la surface et de calibre assez grand — les parois étant soit assez épaisses, sans excès toutefois, soit au contraire (dans quelques cas) relativement minces ; — tantôt ladite couche a été observée, formée d'éléments bien plus petits que les précédents, à parois très épaisses ; la lumière notablement rétrécie étant de forme circulaire ou allongée. Enfin, elle a toujours montré une discontinuité nette du côté dorsal. Pour le fermoir et les capuchons fibreux correspondants des nervures dorsales, il y a lieu de signaler un fait analogue ; on trouve des variations assez étendues, quant au calibre des éléments et à la grandeur de leur lumière. Mais les parois demeurent toujours fort épaisses. Le *fermoir* est très développé et occupe une très grande partie de la carène dorsale ; il a une section elliptique en

coupe transversale. Le grand axe est perpendiculaire au plan de symétrie du tour ; le petit y est contenu. En suivant ce dernier, on peut compter 8 à 10 couches cellulaires environ.

J'ai observé aussi, dans certaines coupes, la fusion des masses fibreuses des premières nervures. L'existence des éléments vasculaires, à leur face interne, permet de reconnaître l'individualité de ces nervures. Dans les exemples que j'ai eus sous les yeux, j'ai constaté une double ou une triple fusion. Le liber des nervures est nettement visible intérieurement au paquet fibreux. Dans la région du fermoir, il est relativement fort abondant. Il y forme une longue bande de 5-6 couches environ d'épaisseur, allongée parallèlement au grand axe du massif elliptique fibreux et presque aussi longue que lui.

Enfin à un niveau déterminé, on peut voir nettement que ce sont des fibres parties, pour une part du fermoir et pour l'autre de la masse fibreuse correspondant à la première nervure, qui constituent la squelette du piquant qui se trouve à ce niveau.

Je n'ai pas eu beaucoup d'échantillons de légumes de *M. rugosa* D. C. à ma disposition ; aussi je n'ai pu étudier qu'une germination intra-péricarpique. Elle m'a fourni une radicule qui est sortie dorsalement par une des lignes faibles situées de chaque côté du fermoir. Celles-ci ne comprennent que du tissu mou, puisque j'ai constaté la discontinuité dorsale de la couche sclérifiée interne. Toutefois, le trou de sortie est extrêmement net, absolument foré à l'emporte-pièce ; il n'en part aucune fracture, ni fêlure.

Medicago scutellata All.

Description anatomique de la gousse de *M. scutellata* All. donnée antérieurement :

« Fruits à tours très aplatis et emboîtés les uns dans les autres. Épiderme externe, formé de petites cellules et portant des poils polycellulaires formés d'une seule file de cellules à élément de base élargi et à tête arrondie terminale. La largeur de la couche sclérifiée interne est considérable par rapport à l'épaisseur des valves du péricarpe, mais ses éléments n'ont pas des parois si épaisses que dans les autres gousses étudiées ; (bien souvent, elle pourrait être qualifiée de parenchyme lignifié, plutôt que de zone fibreuse).
« Leur orientation est d'ailleurs constante. Dans le conjonctif mou,

on voit de grosses nervures secondaires. Le bois et le liber y sont très bien discernables. La partie sclérifiée qui les renforce extérieurement est très développée et affecte une forme circulaire ou subcirculaire, fort régulière ; mais ses éléments, quoique plus épais que ceux de la couche interne, sont encore relativement peu différenciés (si on les compare à leurs homologues de la majorité des autres espèces) en tant que cellules fibreuses. En outre, en section transversale, ils se présentent comme beaucoup plus isodiamétraux. Le fermoir offre les mêmes caractères : »

Il y a donc, bien marquées, deux pseudo-lignes de déhiscence dorsales, de part et d'autre, du fermoir.

« De plus, le bord placentaire présente ses deux nervures symétriques, comme formées extérieurement d'un paquet courbe de fibres, cette fois assez épaisses et recouvrant extérieurement un liber et un bois très bien développé ; ce dernier est formé d'éléments beaucoup plus gros qu'on n'a l'habitude de le rencontrer dans les gousses de *Medicago*. Ce qu'il faut remarquer aussi, c'est que la direction des fibres externes est parallèle à celle de la nervure médiane. »

Il avait été également noté, sur de très nombreux échantillons, l'indéhiscence du péricarpe dans tous les cas, sous l'influence de la dessiccation. « Il faut très probablement en chercher la raison dans la différenciation insuffisante de la couche interne et dans l'uniforme orientation des éléments lignifiés. Il y a encore une indication de deux lignes faibles correspondant aux lignes de déhiscence des fruits déhiscents, de part et d'autre du fermoir du côté dorsal ; de même du côté ventral, nous avons la suture carpellaire formée comme toujours de tissu mou. »



MEDICAGO
SCUTELLATA All.
Germination intra-pé-
ricarpienne.

Enfin, il avait été étudié deux germinations intra-péricarpiennes, chacune dans une gousse. « Dans l'une, la radicule est sortie par une zone faible dorsale ; l'axe hypocotyle et les cotylédons en ont fait autant, provoquant une fissure

le long de la ligne de sortie. Dans l'autre, la radicule a troué à

l'emporte-pièce l'une des valves *par son milieu*, le reste de la plantule est sorti comme tout à l'heure. »

Depuis j'ai étudié encore *quatre autres germinations* s'étant produites dans deux gousses (une d'elles en présentait deux).

J'ai constaté la sortie de la tigelle et des cotylédons, par l'une des lignes faibles dorsales avec légère fracture de ladite ligne. Deux radicules sont également sorties par la même région et en faisant un *trou très net sans la moindre fracture en partant*. Enfin, la troisième radicule a fait saillie *par le travers d'une des valves* entre le bord dorsal et le bord placentaire plus près toutefois du premier.

Le trou de sortie a été foré d'une façon extrêmement nette, *littéralement « à l'emporte-pièce »*. Il eut été facile à l'organe cependant de sortir par une ligne faible dorsale, d'ailleurs celle-ci se trouvait *précisément fracturée légèrement* par le passage de la tigelle et des cotylédons et la fracture s'étendait *jusqu'en face le trou de sortie de la radicule* qui n'était en conséquence séparée de l'ouverture libre que par une courte distance (environ 2 millimètres). Ceci suggère donc invinciblement *l'idée d'une action chimique de la radicule*.

De plus, ayant semé des fruits complets pour obtenir des plantes complètement développées, j'ai toujours constaté que celles-ci, ayant atteint la fructification et leur cycle de croissance étant entièrement achevé, la gousse d'où les plantes sont sorties *était encore en fort bon état de conservation* et adhérente encore au système racinaire et à la base des tiges — comme je l'avais d'ailleurs constaté pour *M. orbicularis*. — Il n'y a donc pas lieu, là encore, d'invoquer une désagrégation possible des tissus par des micro-organismes, conclusion confirmée d'ailleurs par l'aspect des dits tissus vus au microscope.

***Medicago terebellum* Willd.**

Le fruit de cette espèce n'avait pas été étudié dans mon premier travail.

L'*épiderme* est formé de cellules à section rectangulaire et allongées tangentiellement d'une façon remarquable.

Elles sont généralement 6-7 fois environ plus longues que larges. Le conjonctif sous-jacent n'est relativement pas très épais sur les flancs ; il comprend 5-6 couches cellulaires formées d'éléments à parois minces.

La *couche lignifiée interne* est large ; elle l'est autant et même souvent plus que le conjonctif pris sur les flancs : 3 ou 4 assises de grandes cellules très généralement plus allongées perpendiculairement à la surface de la valve que dans une autre direction, la composent. Ce qui est frappant, c'est la minceur de leur paroi. On ne peut qualifier de fibreux ce tissu ; son aspect en coupe transversale est en effet celui du parenchyme lignifié. Enfin il a toujours montré, du côté dorsal, une discontinuité très marquée.

L'*épiderme interne* termine ensuite vers l'intérieur la succession des couches cellulaires de la paroi. Il est *directement appliqué contre la couche lignifiée*, et quand il a pu être bien observé, ne m'a pas montré un aspect sensiblement différent de celui de l'épiderme externe.

Le *massif lignifié du fermoir*, ainsi que les paquets correspondants des nervures secondaires, est formé d'éléments très semblables à ceux de la couche interne : comme ceux-ci, ils ont des parois assez minces pour offrir, en coupe transversale, l'aspect du parenchyme lignifié ; la plupart des cellules sont aussi plus allongées perpendiculairement à la surface du fruit que dans les autres directions.

Les *éléments vasculaires de la région du fermoir*, comme ceux qui correspondent aux nervures secondaires, sont bien nets. Le *bois* est particulièrement bien visible. On peut observer 4 à 8 groupes de faisceaux libéro-ligneux à la face interne du tissu sclérifié du fermoir. Pour les 2 ou 3 premières nervures secondaires, coupées à un niveau déterminé, on remarque souvent une *fusion des capuchons* correspondant à chacune ; cette fusion se révèle par la présence à la face interne de la masse totale des éléments libéro-ligneux disposés en groupes distincts. Remarquons, pour terminer, que bien que le paquet lignifié du fermoir soit moyennement développé, le capuchon de la première nervure secondaire, à un niveau donné, présente un développement à peu près égal, voire même parfois plus considérable.

Enfin, signalons aussi que le squelette des *piquants* est formé, ici encore, aux dépens du tissu lignifié provenant pour une moitié du fermoir, et pour l'autre, de la première nervure secondaire au niveau du piquant.

N'ayant pas eu un grand nombre d'échantillons à ma disposition,

je n'ai pas pu faire d'expériences décisives de dessiccation du péricarpe, en vue d'établir la déhiscence ou l'indéhiscence du fruit ; de même je n'ai pu m'occuper des germinations intra-péricarpiennes. Mais, étant donnée l'uniformité d'allongement des éléments lignifiés, étant donnée encore le peu d'épaisseur du parenchyme mou, *il est bien permis, conformément aux règles de M. Leclerc du Sablon, de conclure, presque sans chances d'erreur, à l'indéhiscence.*

Medicago tribuloides Lam.

Medicago murex Willd.

J'ai ainsi décrit la composition anatomique du péricarpe de *M. tribuloides* Lamk.

« Couche de fibres internes extrêmement épaisses, de petit diamètre, et tellement épaissies qu'elles en sont presque aveugles. Très généralement, la majeure partie du parenchyme est lignifiée au voisinage du fermail et souvent même sur les flancs.

« Il n'y a pas là de solution de continuité dans la couche interne. Les fibres externes protégeant les faisceaux libéro-ligneux présentent les mêmes caractères dans les nervures secondaires ; elles sont, elles aussi, extrêmement épaisses ; il en est de même pour le fermail dont le bois et le liber sont très bien développés, et le paquet fibreux relativement faible, bien plus faible même que le capuchon de la première nervure secondaire à un niveau déterminé. » J'ai observé souvent la fusion des capuchons des deux premières nervures sur une section donnée. Quand le parenchyme est bien lignifié, il se relie aux capuchons des nervures dont les éléments vasculaires sont ainsi enclavés entre lui et les fibres du capuchon.

J'ajouterai encore que les éléments du parenchyme lignifié se montrent souvent épais de parois, surtout au voisinage de la couche interne. Il règne là des éléments qui se montrent, en coupe transversale, allongés parallèlement à la surface et qui peuvent offrir à certains niveaux un caractère fibreux. Ils semblent alors faire partie intégrante de la couche sclérifiée, constituant une zone externe de celle-ci formée d'éléments à allongement croisé avec celui des éléments de la zone interne et s'arrêtant à peu près au milieu des flancs.

Et j'ai fait remarquer que, comme pour le fruit de *M. littoralis*,

« la sclérification trop avancée du péricarpe et l'uniformité de direction des éléments fibreux expliquent l'indéhiscence de ce légume. »

Aussi n'avais-je jamais obtenu d'ouverture par dessiccation du péricarpe. J'avais obtenu d'autre part une *germination intra-péricarpienne*. La radicule était sortie par une des pseudo-lignes de déhiscence dorsales, ainsi que le reste de la plantule ; cette dernière partie, toutefois, en provoquant une certaine fissure du bord dorsal.

J'ai depuis étudié 27 autres *germinations* qui se sont produites dans 7 gousses. C'est dans ces fruits de *M. tribuloides* Lamk. que j'ai trouvé les cas les plus fréquents de fracture du bord dorsal, sur les homologues des lignes de déhiscence lors de la sortie de la plantule. Presque toujours, la tigelle et les cotylédons, en faisant saillie, ont produit cet effet. Pour la radicule, il y a à côté de cas de fractures, sur ledit bord dorsal, des cas de perforation nette.

Enfin, il y a lieu de signaler la sortie de *six radicules par le bord placentaire*. Comme l'affaiblissement de la couche interne n'est pas très grand dans la région du fermoir, une action chimique est encore ici bien plus admissible pour expliquer la fracture du péricarpe, plutôt qu'un effort purement mécanique.

Je ne m'étais pas occupé de la gousse de *M. murex* Willd., espèce voisine de *M. tribuloides* Lamk. dans mon premier travail.

En voici les principaux caractères anatomiques.

Epiderme externe à cellules peu allongées tangentiellement ou même isodiamétrales sur les flancs. Dans la région dorsale elles sont isodiamétrales, souvent même subpapilleuses. Dans le fruit de *M. tribuloides*, je les ai vues sensiblement allongées tangentiellement, en général, même dans la région dorsale. Le *tissu conjonctif* est souvent mou, ou tout au moins la lignification qu'il montre, à certains niveaux, tout en étant variable a toujours été observée bien moins étendue que chez *M. tribuloides* Lamk. et confinée au voisinage immédiat de la couche interne, où l'on peut, sur certaines coupes, voir appuyée tout contre celle-ci des éléments lignifiés, allongés tangentiellement comme chez *M. tribuloides* Lamk. Cette couche sclérifiée interne m'a montré des parois cellulaires à peu près aussi épaisses que dans le légume de *M. tribuloides* Lamk. Mais pour les éléments des paquets scléreux des nervures secondaires comme du fermoir, je les ai vus bien moins épais de parois chez le fruit de *M. murex* Willd.

J'ai observé la fusion à de certains niveaux en une masse unique des paquets sclérifiés des 2 ou même des 4 premières nervures secondaires. L'épiderme interne est formé de cellules isodiamétrales un peu allongées tangentiellement.

L'impression qui domine en examinant la structure des gousses de *M. murex* Willd. et de *M. tribuloides* Lamk. est que la seconde est caractérisée par une sclérification beaucoup plus avancée.

Je n'ai pu étudier ni des germinations intra-péricarpiennes, ni faire des expériences décisives sur la déhiscence par dessiccation du péricarpe. Toutefois, sur ce dernier point, il paraît bien indiqué de conclure à l'indéhiscence; la composition anatomique des parois l'indique plus nettement encore que dans le cas de *M. tribuloides* Lamk.

Medicago tuberculata Willd.

Le fruit de *M. tuberculata* Willd. n'avait pas été décrit dans mon dernier travail.

Les coupes dans ce légume sont très difficiles. Voici les caractéristiques que j'ai pu établir.

Comme dans *M. pentacycla* D. C., j'ai trouvé une couche externe résultant de la fusion des paquets fibreux des nervures issues de la nervure dorsale. J'en ai toujours noté l'existence. Entre celle-ci et la couche sclérifiée interne, on trouve encore, comme dans le fruit de *M. pentacycla* D. C. uniquement, ou presque, du parenchyme sclérifié. A certains niveaux, il acquiert une grande épaisseur de parois, et il prédomine encore plus nettement que chez celui-ci; un certain nombre de ses éléments méritant alors plutôt le nom de fibres ou de sclérenchyme. 4-5 couches cellulaires forment la couche interne. Ses éléments, comme ceux de la couche externe, sont très épais de parois. Un grand nombre sont presque aveugles.

Ladite couche sclérifiée interne est, de plus, continue dans la région du fermoir. Je ne lui ai même pas trouvé d'affaiblissement à son angle de rebroussement. En somme, les caractères anatomiques sont très voisins de ceux du fruit de *M. pentacycla* D. C. La sclérification y semble toutefois plus développée encore.

Par dessiccation, même très énergique du péricarpe, j'ai toujours constaté l'indéhiscence: résultat auquel on était, d'après la structure anatomique, en droit de s'attendre.

Enfin, j'ai étudié 17 germinations dans 10 gousses. La radicule et le reste de la plantule ont toujours été vues sortant par le bord dorsal sur une des lignes faibles et avec, en général, une seule fracture, d'assez peu d'étendue d'ailleurs. Cependant, certaines radicules ont fait un trou à « l'emporte-pièce », ce qui nous conduit, eu égard, d'autre part, à la grande résistance des tissus due à leur sclérification, même dans les « lignes faibles », à la probabilité d'une action chimique.

Medicago turbinata Willd.

Description anatomique de la gousse :

« *Epiderme externe* formé de cellules à peu près isodiamétrales dans la région du fermoir, rectangulaires en coupe avec allongement tangentiel sur les flancs. Ce tissu est fort épaissi ; une ou deux couches conjonctives immédiatement sous-jacentes le sont aussi. *Une grande partie du parenchyme est lignifiée.*

« *Fermoir* petit, à fibres externes, à parois très épaisses — elles peuvent presque être aveugles — ; liber et bois bien développés vers l'intérieur. Nervures latérales offrant les mêmes caractères ; mais les fibres externes paraissent en général moins épaisses. »

« *Couche interne* formée de fibres très épaisses, surtout vers l'extérieur où elles ont une tendance à s'allonger beaucoup dans le sens radial et à réduire leur lumière.

« *Pas de solution de continuité dans la région dorsale.* Mais comme le sommet de l'angle qu'elle forme sous le fermoir en passant d'une valve à l'autre est en dehors de la limite dorsale du parenchyme lignifié et que, d'autre part, ce sommet correspond à un certain affaiblissement de ladite zone sclérifiée, il y a, encore là, indication de deux lignes de faible résistance de part et d'autre du fermoir.

« De plus, j'avais toujours constaté par dessiccation du péricarpe l'indéhiscence du fruit. Il avait été obtenu 18 germinations dans huit gousses.

« Toujours la radicule est sortie par les zones d'affaiblissement



*MEDICAGO
TURBINATA* Willd.
Germination intra-
péricarpienne.

donc il vient d'être question, repoussant le fermoir du côté opposé où s'effectue sa venue au jour. Quand les cotylédons et l'axe hypocotylé n'ont pas surgi au voisinage, elle s'est bornée à percer un trou sans que la déhiscence s'étende plus loin sur le bord dorsal ; le reste de la plantule s'est fait jour dans la même région ; seulement la grosseur plus considérable de ces organes a provoqué, par voie mécanique, une fissure dans la zone de résistance minima, fissure qui, d'ailleurs, ne s'étend pas très loin. »

Remarque terminale au sujet des fruits du genre *Medicago* :

Outre de nouvelles descriptions anatomiques, il a été ajouté à notre première esquisse du sujet, *les résultats de l'étude de 345 nouvelles germinations-intra-péricarpiennes*. On trouvera nos conclusions définitives avec celles de tout l'ensemble de notre travail, à la fin du présent ouvrage.

ETUDES SUR LE GENRE *MELILOTUS*

Melilotus indica All.

(Espèce annuelle).

STRUCTURE DE LA TIGE

Tige jeune. — Une tige jeune montre, en coupe transversale, cinq petites ailes ou expansions, où s'épaissit le tissu cortical. Elles se traduisent par un léger bourrelet dont le contour est généralement convexe, parfois cependant concave.

EPIDERME : La section des cellules est carrée ou rectangulaire, avec très faible excès d'allongement tangentiel.

Les parois radiales ont une épaisseur de même ordre que les parois cellulaires du tissu cortical sous-jacent.

Les parois tangentielles sont beaucoup plus épaisses. Celles qui regardent vers l'intérieur ont une épaisseur à peu près double ou même triple de celles des cellules de l'écorce. Les parois tangentielles extérieures présentent une épaisseur encore beaucoup plus considérable, occupant $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de la cellule épidermique dans le sens de la largeur comptée radialement du contour externe du contour interne. La cuticule est mince mais très nette.

Dans la région des ailes, l'épaisseur des dites parois devient encore plus grande (les $\frac{2}{3}$ ou même une plus grande fraction de la largeur radiale totale de l'élément épidermique). Conséquemment, la largeur radiale de cette paroi antérieure devient supérieure à celle de la cavité cellulaire.

ECORCE, PÉRICYCLE : Le parenchyme cortical, qui vient ensuite en continuité d'ailleurs avec celui d'origine péricyclique, forme un tissu composé de 5-6 assises de cellules, de calibre assez variable,

de parois minces et cellulósiques, de contour subpolygónal et laissant entre elles des méats. Ça et là, ces éléments s'écartent pour former la chambre sous-stomatique de quelques stomates dont les cellules ostiolaires, d'aspect classique (énorme épaisissement des parois en regard) s'intercalent entre les cellules épidermiques.

Dans la région des ailes, vers le milieu, les 8-9 premières couches cellulaires ont un caractère légèrement collenchymateux; les 3-4 dernières ont l'aspect normal des autres éléments du conjonctif. Le nombre total d'assises cellulaires (une douzaine) est donc, suivant la ligne d'épaisseur maximum de ladite région, à peu près le double de celui qui représente l'épaisseur du parenchyme extérieur à la masse vasculaire dans les régions comprises entre les ailes (5-6, avons-nous dit).

Vers la partie inférieure du conjonctif, on remarque des îlots formés d'un tissu de caractère sclérenchymateux. Les éléments constitutifs du dit tissu, en contact direct avec le liber normal, doivent être rapportés au péricycle. Leur paroi cellulaire est assez épaisse, notablement plus assurément que celle des cellules parenchymateuses précédentes, pas assez en général cependant, pour qu'on puisse parler de fibres. La lumière reste donc bien développée. Quelques éléments, pourtant, présentent un aspect fibreux (forte restriction de la lumière, épaisissement relativement fort important de la paroi) mais ce n'est pas le plus grand nombre. — La lignification de la membrane est peu avancée; la morsure du vert d'iode sur elle, bien que réelle, est médiocre. La forme de la section transversale des éléments est variable: elle peut représenter une ellipse à forte excentricité, un triangle (isocèle, rectangle ou quelconque) ou un trapèze. Lorsque la section présente un allongement marqué dans un sens, la direction d'allongement est, dans la plupart des îlots, tangentielle ou un peu oblique sur la direction parallèle à la surface de la coupe. Dans certains îlots pourtant, il y a une forte proportion d'éléments allongés radialement. La forme générale des îlots vus en coupe transversale est à peu près celle qui correspond à la section passant par son axe principal d'une lentille biconvexe, ou plan convexe ou méniscoïdale (dans ce dernier cas, la concavité regarde vers l'intérieur et la convexité — à plus fort rayon de courbure — est tournée vers l'extérieur. — On trouve toujours un îlot dans la région des ailes — sous la dernière assise de paren-

chyme — et généralement 2 (rarement 3) dans les régions intermédiaires ce qui en fait une quinzaine en tout. Leur développement tangentiel total est considérable, certainement plus de la moitié du périmètre tracé à leur profondeur moyenne, parallèlement à la surface de la coupe (près des $\frac{2}{3}$ environ). Le nombre des assises cellulaires dans la région d'épaisseur maximum de ces formations est généralement de 4-5, parfois cependant de 7-8.

Il est à remarquer qu'on compte presque toujours 5-6 assises cellulaires parenchymateuses, aussi bien au-dessus de tout le contour externe des massifs sclérifiés que dans les régions intermédiaires. Le conjonctif périphérique se serre en quelque sorte au-dessus d'eux. Ils doivent être classés comme péricycliques. Nulle assise parenchymateuse ne les sépare, en effet, du liber avec lequel ils se trouvent en contact par leur bord interne.

LIBER NORMAL : Le liber normal, formé d'éléments cribreux mêlés irrégulièrement d'éléments parenchymateux, a un aspect classique. Il occupe environ $\frac{1}{3}$ de la largeur moyenne du bois.

Bois : Occupe en général $\frac{1}{3}$ environ du rayon de la coupe. Mais on peut observer souvent des amincissements dans les régions entre les ailes (par exemple, sur une coupe déterminée on en verra deux : l'un qui le rendra seulement large d'environ $\frac{1}{4}$ du rayon, l'autre un peu moins prononcé). — Des formations métaxylémiques et secondaires sont déjà intervenues, reliant de bonne heure les faisceaux ligneux primaires en un anneau continu. On voit, sur la coupe transversale, une quinzaine de groupes vasculaires assez nettement distincts encore, à chacun d'eux correspondant un îlot sclérifié. Ces groupes se montrent formés de vaisseaux du bois de calibre relativement grand, mêlés d'éléments lignifiés plus petits : cellules ligneuses ou éléments vasculaires produits vers la périphérie par le jeu de l'assise génératrice et encore en voie de différenciation. Ces faisceaux ligneux sont reliés latéralement par des zones formées extérieurement d'éléments à parois épaisses, prenant bien le vert d'iode, disposés en files radiales régulières, se différenciant vers l'intérieur en éléments du bois. C'est là le produit de l'activité de l'assise génératrice libéro-ligneuse dans les régions interfasciculaires.

On conclura donc de cet examen à l'existence d'une quinzaine

de faisceaux libéro-ligneux primaires, en face desquels se sont différenciés des capuchons sclérifiés. Une assise génératrice libéro-ligneuse, intervenue ensuite, a créé des éléments vasculaires libériens et ligneux qui se sont superposés à ceux de la structure primaire. Entre les faisceaux libéro-ligneux, dans les rayons médullaires primaires, elle a aussi créé des éléments ligneux (et libériens) secondaires. Ces éléments ligneux secondaires se sont raccordés à des formations métaxylémiques qui se sont produites aux dépens du parenchyme médullaire et des rayons médullaires primaires.

Vers la partie inférieure des faisceaux ligneux dont il vient d'être question, on trouve des plages de développement fort variable d'un faisceau à l'autre, qui paraissent enclavées entre les éléments métaxylémiques d'origine médullaire et la pointe-limite intérieure de la masse ligneuse primaire. Leur étendue et leur forme sont fort variables : tantôt elles sont relativement fort larges, tantôt relativement petites. Elles forment comme une tache rose complètement isolée au sein d'une masse constituée de cellules à parois ayant pris fortement le vert d'iode, et se détachent ainsi très visiblement. Elles ne sont donc jamais en contact avec la moelle, mais sont séparés de celle-ci par des éléments ligneux métaxylémiques, en nombre fort variable d'un groupe à l'autre en croissant.

A un fort grossissement, elles offrent tout à fait l'aspect du liber normal : la ressemblance des tissus est tout à fait frappante ; comme dans le liber normal, on observe des éléments à parois épaisses et cellulósiques analogues aux éléments cribreux normaux. Il s'agit donc là, semble-t-il bien, de *liber interne* ou anormal. La comparaison des deux tissus à un fort grossissement dans le champ de l'instrument ne laisse guère de doute sur ce point. Ces éléments anormaux ont une tendance à remonter en s'infiltrant, en traînées radiales s'immisçant entre les éléments vasculaires du bois de la pointe interne du faisceau ligneux — et cela parfois assez loin.

MOELLE : La moelle est formée d'un tissu parenchymateux et cellulósique. Le calibre cellulaire est beaucoup plus fort que partout ailleurs. Les 1-2 assises, au voisinage du bois, ont, en moyenne, un diamètre deux ou trois fois plus petit que les éléments plus centraux.

La moelle occupe environ la moitié du rayon de la coupe (le tissu parenchymateux extra-libérien occupe environ $1/4$).

Tige plus âgée. — Dans une tige plus âgée, de calibre plus gros, il y a lieu de faire les remarques suivantes :

Rien de particulier à signaler quant à l'épiderme et au parenchyme extra-libérien sous-jacent (même nombre d'assises cellulaires). La description du paragraphe précédent convient ici également à propos des massifs sclérifiés qui recouvrent le liber. Cependant la lignification des parois paraît toutefois un peu plus avancée ; le vert d'iode y mord un peu mieux, quoique toujours beaucoup plus faiblement que sur le bois.

Le *bois* a un aspect beaucoup plus hétérogène. À côté d'éléments vasculaires, de calibre relativement gros, rangés en files radiales, on voit d'autres cellules plus nombreuses, de diamètre beaucoup plus petit et de parois beaucoup plus épaisses en proportion de la lumière. L'individualité des faisceaux libéro-ligneux primaires serait effacée à peu près complètement, sans les plages des petits éléments cribreux anormaux, à parois cellulósiques, que nous avons signalés précédemment et qui se retrouvent, ici encore, avec leur même emplacement et leur aspect tout à fait semblable au liber normal. Ils sont encore au nombre de 12-15. Parfois la plage qu'ils dessinent entre les éléments lignifiés est en partie lacunaire.

La *moelle* offre le même aspect que tout à l'heure.

STRUCTURE DE LA RACINE

Jeune racine. — Examinons une coupe transversale de jeune radicule.

L'organe à l'étude est encore de faible calibre, mais le liège est déjà développé aux dépens d'une *assise génératrice subéro-phellodermique* qui a joué dans le parenchyme sus-jacent au liber, immédiatement en contact avec ce dernier (donc très certainement née dans le péricycle). Elle a engendré un *liège* formé d'éléments à section rectangulaire, très allongée tangentiélement (2-3 couches). Cette couche subéreuse opère l'exfoliation du parenchyme plus extérieur (cortical et péricyclique) constitué par de grandes cellules à parois minces et cellulósiques. On voit distinctement 4-5 assises de ces cellules encore bien conservées (ce sont les plus intérieures), sur des lambeaux de tissu exfoliés adhérents encore çà et là ; ces assises

sont recouvertes par des éléments semblables qui devaient représenter à peu près la même épaisseur, mais qui maintenant sont aplaties et desséchées.

Vers l'intérieur l'assise — qui est au début seulement de son fonctionnement — donne naissance à quelques *éléments phellodermiques* qui se superposent extérieurement au liber et qui, une fois différenciés, présentent également des parois minces et cellulodiques, mais, dans l'ensemble, sont plus petits que les cellules du parenchyme extérieur au liber.

Le *liber* (épaisseur moyenne : $1/5-1/6$ du rayon de la coupe) montre une zone extérieure, au contact de l'assise subéro-phellodermique, abondamment infiltrée d'éléments fibreux tout petits. Ces fibres sont disposées irrégulièrement; dans l'étendue d'une même coupe, on en trouve d'isolées et d'autres réunies en petits massifs très variables de forme, en comprenant en moyenne 5-6. Le calibre de ces éléments fibreux est fort petit, on ne les voit bien qu'à un fort grossissement. Les parois sont très épaisses, la lumière très réduite. La fibre est très généralement aplatie d'où il s'ensuit que ladite lumière est allongée. Et son allongement a généralement le sens tangentiel ou un sens un peu oblique sur celui-ci, rarement le sens radial. Peu nombreuses sont les fibres qui sont peu ou pas aplaties et, en coupe transversale, montrent une section sub-circulaire et une lumière également sub-circulaire ou quasi-punctiforme. La forme la plus générale du contour extérieur des éléments fibreux vus en coupe transversale est subelliptique; un certain nombre de fibres, toutefois, ont ledit contour extérieur de forme subtriangulaire. La lignification de la paroi est, d'ailleurs, médiocre. La morsure du vert d'iode est faible.

Le *bois* offre un aspect très hétérogène : à côté de vaisseaux de calibre très grand, on voit d'autres éléments ligneux de section bien plus réduite. Il s'étend jusqu'au centre de la coupe. Les formations secondaires libéro-ligneuses sont déjà bien franchement établies, en somme.

Les grands vaisseaux du bois ont, en coupe transversale, un contour souvent circulaire, parfois ovale ou subelliptique avec grand axe souvent dirigé radialement, moins fréquemment dans le sens tangentiel. Sur une coupe déterminée, on peut observer, par

exemple, une soixantaine de ces éléments : ils sont proportionnellement nombreux et, étant donné le développement de leur calibre, occupent, pris tous ensemble, la plus grande partie de la surface couverte par l'ensemble du bois. Disons d'ailleurs que leur diamètre peut subir des variations étendues de l'un à l'autre, tout en restant relativement fort : les plus larges atteignent facilement une lumière cinq à six fois supérieure à celle des petits.

Les autres éléments ligneux — cellules et fibres ligneuses — empaquetent les éléments vasculaires ; leur calibre est beaucoup plus réduit. Les fibres ligneuses ont à peu près mêmes dimensions et même aspect que les fibres du liber mou : elles peuvent ou rester isolées, ou se grouper en petits massifs variables d'importance d'une manière très marquée (une vingtaine d'éléments, ou 5-6, etc.). Cependant la lumière, quand elle est allongée, m'a paru ici l'être dans le sens radial. De plus, la lignification paraît beaucoup plus avancée que pour les fibres libériennes : le vert d'iode a mieux mordu sur leurs parois, quoique moins bien cependant, que sur les parois des autres éléments ligneux.

RAYONS MÉDULLAIRES : A un certain niveau on trouvera, par exemple, la disposition et la composition suivante des rayons médullaires.

L'un d'eux offrira 5 assises cellulaires de large près du liber puis, successivement, en allant vers l'intérieur 4, puis 3, puis 2 assises cellulaires de large. Tous seront, d'ailleurs, constitués par des éléments de parenchyme allongés radialement en section transversale. La paroi est lignifiée, plus faiblement cependant pour les éléments en voie encore de différenciation, plus proches de l'assise génératrice libéro-ligneuse. Des éléments libériens s'infiltrèrent vers l'extrémité périphérique.

Ce même rayon, sur certaines autres coupes, peut montrer jusqu'à huit assises de large avec largeur à peu près constante.

La lignification ne paraît pas dans ces deux exemples absolument totale sur toute la largeur du rayon : elle part des bords pour gagner le milieu du rayon, où, à un stade observé, les éléments des deux assises les plus centrales sont encore à parois cellulodiques prenant le carmin. Longueur de ces rayons : environ la moitié du rayon du bois.

Revenons à la première coupe. Un autre rayon médullaire distant angulairement de celui-ci d'environ 30° aura un développement radial encore égal, à peu près à la moitié du rayon de bois et offrira trois assises de large de parenchyme lignifié d'un bout à l'autre (4 sur d'autres coupes, 3 sur d'autres encore, mais alors ledit nouveau rayon arrivant à peu près au centre du bois).

Un autre offrira trois assises de large périphériquement et deux assises de large arrivées à mi-trajet, toujours du même tissu.

Un autre aura deux assises de large et s'étendra jusqu'au voisinage très proche du centre du bois. Deux autres qui présentent la même largeur ont, par contre, un très court développement radial ; un autre, à trois assises de large, n'est pas plus long ; un autre présente trois assises au début, puis deux plus vers le centre ; enfin il arrive au centre du bois avec seulement une assise de large.

Enfin deux autres ont une seule assise et un développement radial égal à la moitié du rayon du bois. Tous partent de la jonction bois-liber.

Sur certaines coupes, le gros rayon médullaire peut être encore plus court qu'il n'a été signalé plus haut, — se montrer, par exemple, sous forme d'une simple échancrure peu profonde de sept assises de large constituées, cependant toujours, par un parenchyme à parois cellulaires minces, lignifiées, à éléments allongés radialement en coupe transversale.

A d'autres niveaux encore, les éléments libériens peuvent s'infiltrer profondément dans ces larges rayons, au point d'arriver à leur demi-longueur, se placer par conséquent en position quasi-anormale.

Enfin certaines coupes montreront deux courts et gros rayons médullaires de cinq assises de large et peu longs, opposés l'un à l'autre, à 180° de distance angulaire. En croix avec les précédents, deux autres à 3 et 4 assises respectivement, arrivent tout près du centre (de telle sorte que le bois paraît partagé en quatre massifs ayant la forme de secteurs circulaires.) Dans ceux-ci, les deux assises centrales ont des parois cellulaires encore cellulósiques chez l'un d'eux ; une assise latérale et l'assise centrale chez le second présentent ce caractère chez l'autre. — Etc., etc.

Grosse racine. — Examinons une racine plus grosse, plus âgée que la précédente.

Le *liège* est ici bien formé. On ne trouve plus que de faibles lambeaux tout à fait desséchés de tissus exfoliés par lui. Il comprend 2-3 assises cellulaires. Les éléments ont une section généralement rectangulaire avec allongement maximum dans le sens tangentiel.

Le phelloderme formé par l'assise génératrice subéro-phellodermique est plus abondant que précédemment; son épaisseur, d'ailleurs quelque peu variable, est de 4-5 à 7-8 assises cellulaires. C'est un parenchyme formé d'éléments à parois minces et cellulodiques, à section subrectangulaire ou subpolygonale avec, pour la plupart, fort sensible allongement dans le sens tangentiel.

Ce phelloderme se raccorde insensiblement à l'anneau de liber dont la zone externe renferme les petits éléments fibreux, à parois très épaisses et peu lignifiées que nous avons observés et étudiés précédemment.

Le *bois* occupe sur le rayon de la coupe deux fois $1/2$ environ la largeur des tissus plus extérieurs (1). Son aspect est beaucoup plus homogène que chez la racine jeune précédente. La proportion des éléments vasculaires à calibre relativement gros est plus faible. Les différences entre les calibres extrêmes des éléments ligneux sont moins marquées.

Les éléments des *rayons médullaires* sont moins distincts du reste du tissu ligneux, en raison de l'homogénéité de celui-ci. On voit les dits rayons partir du liber et offrir un développement radial, soit égal, soit un peu inférieur au rayon de la coupe. Ils comprennent 1-2-3 assises de parenchyme lignifié. Un grand nombre des éléments constitutifs ont le plus grand allongement de leur section transversale dirigée radialement.

STRUCTURE DU PÉTIOLE COMMUN

Partie inférieure. — Nous avons pratiqué des coupes à des niveaux successifs :

(1) La largeur *relative* du bois est donc proportionnellement moins importante que sur les coupes transversales de la jeune racine précédente par suite du développement, bien marqué ici, du parenchyme phellodermique.

1° dans la première moitié ou moitié inférieure, à partir de la base ;

2° dans la moitié supérieure (d'où partent les 3 folioles).

1) A la partie la plus inférieure tout près de l'aisselle (région du renflement moteur) la section du pétiole a presque exactement la forme d'un pentagone régulier. Les côtés de ce pentagone sont rectilignes, sauf l'un coupé en deux moitiés égales et symétriques par le plan de symétrie bilatérale, lequel passe par le sommet opposé, côté qui est au contraire un peu concave vers l'extérieur. Son raccordement avec les autres côtés est plus brusque que les raccordements des deux autres côtés entre eux qui sont plus arrondis, moins anguleux. Nous verrons tout à l'heure qu'il correspond à la *face supérieure du pétiole*, qui est par conséquent un peu creusée et, par suite également, à la face supérieure de la feuille.

L'ÉPIDERME est constitué par des cellules de section subcarrée ou parfois subrectangulaire avec allongement radial (tendance papilleuse), en coupe transversale. Les parois tangentielles intérieures et extérieures sont convexes du côté opposé au centre de la section de la cellule (1).

Au centre de la coupe est un *cylindre central* formé de cellules de sections toutes beaucoup plus petites que celles des cellules plus extérieures. Son contour, nettement indiqué, offre un parallélisme à peu près complet avec les quatre côtés non concaves intérieurement, du pentagone dessiné par le périmètre de la coupe. La portion dudit contour qui correspond au côté concave du pentagone est concave aussi dans le même sens, mais beaucoup plus ; elle a la forme d'un rectangle auquel manque un des grands côtés : celui qui serait le plus extérieur (le plus rapproché du côté concave de la coupe). L'autre, grand côté du rectangle, est coupé perpendiculairement en son milieu par la trace du plan de symétrie bilatérale sur le plan de la coupe. Les petits côtés sont parallèles à cette trace et en sont également distants. Ceci donne une forme quelque peu cordiforme à l'ensemble du cylindre central.

(1) On peut voir parfois des productions pileuses épidermiques, comprenant un pédicule formé de 2 cellules placées côte à côte, allongées radialement et d'une tête globuleuse constituée de 8-9 cellules.

Au petit grossissement d'un objectif, Leitz n° 3, tel est l'aspect général schématique observé pour ledit cylindre central.

Entre l'épiderme et le cylindre central, on voit un *parenchyme* formé de 6-7 assises, sauf entre le bord concave du contour épidermique et le fond de la cavité rectangulaire du contour du cylindre central dont nous venons de parler. Là, on trouve 9-10 assises de large pour ledit parenchyme.

La couche la plus intérieure du conjonctif en question est l'*endo-derme* dont les éléments sont notablement plus petits que ceux des autres assises et alignés, au contact, bien régulièrement.

Les autres cellules du parenchyme constituent les plus grands éléments de la coupe. Tous ces éléments sont à parois minces et cellulósiques fixant le carmin.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DU CYLINDRE CENTRAL : Toujours au même niveau (c'est-à-dire tout à la fait à la base de l'organe), nous observons à un fort grossissement (n° 7, Leitz), 3 faisceaux libéro-ligneux en voie de séparation. Cette séparation n'est pas complètement accomplie encore, mais les éléments ligneux sont déjà bien distinctement rangés en trois groupes. Ces éléments sont, au niveau examiné, les seuls dont les parois aient fixé le vert d'iode. On en compte 61 dans le groupe central, 19 et 27 respectivement dans les deux groupes latéraux, sur une coupe déterminée. Les éléments ligneux du *faisceau central* sont disposés en files radiales, généralement rectilignes, parfois un peu courbes, avec convexité regardant vers le plan de symétrie bilatérale. Ces trainées d'éléments ligneux sont rangées bien symétriquement de part et d'autre de la trace de celui-ci ; leurs directions générales forment, à droite et à gauche avec celle-ci, des angles régulièrement croissants, à partir de celle qui est impaire, traversée par la dite trace sur toute sa longueur. De plus, à partir de cette file médiane, les files latérales décroissent à peu près régulièrement de chaque côté, de telle sorte que l'ensemble du bois du groupe central forme encore un pentagone orienté de la même façon que celui que représente le contour de la coupe. Par conséquent, les côtés des deux pentagones semblables se correspondent parallèlement.

Les *faisceaux latéraux* ont une forme générale moins régulière.

Du *liber en position normale* est reconnaissable et abondant à la partie périphérique du bois des trois faisceaux. La coupe devant être orientée ainsi : le côté concave de son contour correspondant à la face supérieure de la feuille, ce *liber* regarde du côté du pétiole correspondant à la face inférieure, donc vers les autres côtés du pentagone que forme la coupe.

Les 3 faisceaux libériens sont encore non complètement individualisés : ils se raccordent et leurs deux raccordements sont bien nets à droite et à gauche du plan de symétrie.

Enfin, en continuant à aller vers la direction de la partie du pétiole qui correspond à la face inférieure de la feuille, donc, *sous* le *liber*, on trouve une bande de tissu d'une épaisseur à peu près constante de 3-4 rangées de cellules.

Ces cellules offrent, en coupe transversale, un calibre moyen qui est à peu près celui d'un vaisseau des faisceaux ligneux de section moyenne. Les parois sont fort épaisses pour la plupart ; cependant la lumière est grande : ce n'est que pour quelques-uns qu'elle est fort réduite. Le contour de la section transversale est subpolygonal, subtriangulaire ou subelliptique (dans ce dernier cas, le grand axe est orienté dans n'importe quelle direction). Mais la membrane cellulaire n'est pas lignifiée sensiblement : elle ne prend pas le vert d'iode et fixe, au contraire, le carmin, tandis que celles des éléments homologues, de coupes différentes, ayant été traitées *simultanément* par le mélange carmino-vert (coupes à des niveaux plus élevés) s'étaient fortement colorées en vert. C'est là, par conséquent, une preuve tout à fait sérieuse, qui a été ainsi mise en évidence, de la nature cellulosique des membranes en question. En conséquence, ce tissu, en quelque sorte protecteur du *liber*, mérite le nom de *collenchyme*. Ce collenchyme total dont nous venons de parler est formé par la suture de trois capuchons recouvrant *inférieurement* le *liber* et correspondant aux faisceaux ligneux dont nous venons de parler. On voit, de la sorte, qu'il délimite le contour sur 4 côtés (ceux qui sont parallèles aux côtés non concaves de la coupe) de la figure formée par le cylindre central. L'endoderme vient immédiatement après, en allant plus périphériquement.

Sur les trois côtés de la cavité rectangulaire qu'offre, du côté qui regarde la face concave du pétiole, le cylindre central, on trouve, vers la pointe des faisceaux ligneux, de petits éléments de calibre

variable d'ailleurs. Il y en a qui ont des parois épaisses, mais celluloseuses comme celles des cellules du capuchon collenchymateux décrit précédemment, mais de section beaucoup plus réduite : ce sont les plus éloignés du bois (1). Vers le bois on trouve d'autres éléments cribreux plus petits ayant l'aspect des éléments libériens normaux et ayant tendance marquée à venir s'infiltrer entre les éléments vasculaires ligneux, jusqu'à venir souvent se raccorder avec le liber normal par des sortes de trainées radiales immiscées entre eux. Ce complexe assez bien développé en face du grand faisceau ligneux médian, mais beaucoup plus rudimentaire vis-à-vis des deux petits faisceaux latéraux.

II) A un niveau un peu plus élevé, j'observe que certaines cellules de l'épiderme, notamment presque toutes celles du côté concave, ont une tendance nette à un allongement papilleux radial. Le contour de la coupe a déjà été, du reste, quelque peu modifié : le côté concave est beaucoup plus creusé, les angles de raccordement des côtés du pentagone notablement plus arrondis.

Le parenchyme sous-jacent forme toujours à peu près le même nombre d'assises de grandes cellules, à parois minces et celluloseuses. La première assise de cellules (sous l'épiderme) formée d'éléments à parois un peu plus épaisses offre des caractères hypodermiques.

Dans le cylindre central, le détachement vient de s'opérer complètement entre le faisceau libéro-ligneux central et ses deux satellites latéraux. Cependant, les trois formations sont peu écartées les unes des autres. Elles possèdent chacune un endoderme particulier formé de cellules plus petites que celles du parenchyme général. Or, dans la région d'écart minimum entre le faisceau libéro-ligneux principal et chacun des 2 faisceaux libéro-ligneux secondaires, il n'y a que les deux endodermes pour les séparer, par conséquent seulement deux assises parenchymateuses.

La nervure centrale offre dans son ensemble une forme subpentagonale, avec côtés tous convexes, parallèles à ceux du contour de

(1) Nous verrons la lignification atteindre les parois de ces éléments ainsi que celles des éléments du capuchon couvrant inférieurement le liber, seulement à des niveaux de coupe plus élevés.

la coupe, angles très arrondis. L'allongement maximum est perpendiculaire au plan de symétrie (pentagone point tout à fait régulier, ou forme plus ou moins subelliptique). Le capuchon protecteur du liber qui regarde toujours à l'opposé du côté concave de la coupe (donc vers la partie *inférieure* de l'organe, homologue de la face inférieure de la feuille) montre des éléments qui manifestent une lignification faible, naissante, mais certaine de leur membrane cellulaire sur laquelle mord légèrement, mais sensiblement pourtant, le vert d'iode.

A part cela, l'aspect, le contour, l'épaisseur de paroi de ces cellules sont restés les mêmes. Le tissu tend donc vers le sclérenchyme. Ce capuchon sclérifié s'étend latéralement de façon à recouvrir *tout* le contour *inférieur* du liber normal qui est en contact avec lui. Son épaisseur maximum a lieu vers la trace du plan général de symétrie bilatérale, où elle comprend 4-5 largeurs de cellules; elle s'épuise progressivement à droite et à gauche, et aux deux extrémités latérales, n'offre plus qu'une seule largeur d'éléments.

Le *bois* se compose encore de files radiales et droites d'éléments vasculaires à parois prenant fortement le vert d'iode, donc bien lignifiées, alignées bien symétriquement de part et d'autre de la trace du plan de symétrie bilatérale qui passe par une file radiale médiane, la plus grande de toutes et longue de 7 largeurs d'éléments vasculaires. Les autres décroissant de longueur, progressivement, à droite et à gauche se rangent bien régulièrement en éventail, la pointe de l'éventail regardant vers la partie *supérieure* de l'organe (côté de la face concave). Sur une coupe déterminée, on peut compter en tout 68 éléments ligneux différenciés.

En continuant l'observation dans le même sens, c'est-à-dire en remontant vers la face concave ou supérieure du pétiole, on trouve au-dessus du bois le même complexe signalé tout à l'heure : à l'opposé de la masse ligneuse des éléments à parois épaisses, mais cellulosesques (1), à faible calibre; contre le bois des éléments semblables au liber normal, donc des éléments *anormaux* libériens (ou de liber

(1) On peut voir sur quelques coupes pratiquées à un niveau à peine plus élevé, les dits éléments en compter parmi eux un petit nombre dont la membrane est faiblement lignifiée (très légère fixation du vert d'I.). C'est là une transition avec leur lignification généralisée qui sera observée plus haut.

interne) lesquels s'infiltrèrent entre les vaisseaux du bois, pouvant même ainsi, ça et là, arriver à se raccorder au liber normal.

Les deux nervures latérales ont, dans l'ensemble, la même composition que la nervure médiane, chacune couvre une surface générale d'environ moitié de celle-ci. Détails à noter :

Le capuchon protégeant inférieurement le liber est ici séparé, libre de tout contact avec son homologue de la nervure médiane. Il offre à peu près la même forme ménischoïdale avec plus grande épaisseur médiane (selon la trace du plan de symétrie bilatérale *particulier au faisceau*) encore de 4-5 assises d'éléments. Ceux-ci ont leurs parois aussi épaisses, leur calibre aussi grand que les éléments homologues de la nervure médiane, mais une légère lignification de la membrane commence à apparaître pour un petit nombre d'éléments. On en trouvera par exemple sur une coupe déterminée, 4 pour une nervure et 9 pour l'autre (sur une cinquantaine environ) ayant retenu faiblement le vert d'iode ; à un niveau un tout petit peu plus élevé, une dizaine et une quinzaine respectivement pour chacune, etc.

Le *liber normal* est semblable d'aspect et à peu près aussi épais que celui de la nervure médiane, donc en proportion beaucoup plus large que ce dernier (moitié environ de l'épaisseur maximum du bois).

Le *bois* comprend sur la première coupe précitée, par exemple, 16 éléments lignifiés très nettement pour une nervure et 26 pour l'autre.

Sa forme est à peu près celle d'un demi-cercle limité par un diamètre parallèle au plan de symétrie générale bilatérale de l'organe, perpendiculaire au plan de symétrie particulier de la nervure (ces deux plans sont à peu près rectangulaires). Enfin, le complexe comprenant des éléments de petit calibre, à paroi épaisse et des *éléments anormaux libériens* (ou libériens internes), s'observe encore ici du côté du bois opposé au liber normal (plus près par conséquent du plan de symétrie général), moins développé bien entendu que dans la nervure médiane, mais net cependant. Notons encore ici la concentration des éléments cribreux anormaux vers le bois, l'infiltration de ces éléments entre les éléments ligneux avec quelques anastomoses jetées au liber normal (par exemple, 2 pour une nervure, 3 pour l'autre).

A un niveau un tout petit peu plus élevé, on pourra même observer, chez l'une des nervures latérales, l'arrivée au contact du liber normal par ses deux flancs latéraux (à droite et à gauche du plan de symétrie de la nervure), avec les dits éléments cribreux anormaux.

III) *Niveaux plus élevés.* — Plus haut le pétiole a pris une structure anatomique bien individualisée.

La coupe est cordiforme: La face concave s'est creusée beaucoup plus considérablement; se raccordant à elle, latéralement, on voit une paire d'expansions latérales, délimitées *inférieurement* par un petit sillon. La moitié (environ) du périmètre qui reste se coude dans la région du plan de symétrie de l'organe en un angle arrondi voisin de 45°.

On passe, d'ailleurs, insensiblement de cette forme aux précédentes décrites.

L'*épiderme* est toujours formé par des cellules de dimensions plus petites que le parenchyme sous-jacent, à section à peu près carrée, avec fort épaissement des parois tangentielles extérieures, recouvertes d'une cuticule nette. De place en place, on trouve quelques paires de cellules ostiolaires correspondant à des stomates d'aspect classique.

Le *parenchyme* de l'assise sous-épidermique offre un caractère assez nettement hypodermique, surtout dans la région des ailes latérales et du sommet de l'angle opposé à la face supérieure (1) (disposition régulière de l'assise, cellules de même calibre que l'épiderme, donc plus petites que les autres cellules du parenchyme sous-jacent).

L'épaisseur du conjonctif est de 5-6 assises de cellules, entre la nervure médiane et l'épiderme (non compris l'endoderme de la nervure et l'assise hypodermique) comptée en suivant la trace du plan de symétrie bilatérale, dans la région anguleuse inférieure. Dans la dite région, il est assez serré et les méats intercellulaires ne sont pas très étendus. En remontant vers la partie supérieure, vers la face creusée, son épaisseur diminue un peu sur les flancs de la dite

(1) Les deux assises sous-jacentes à l'hypoderme offrent même, dans cette dernière région, un caractère légèrement collenchymateux.

nervure (4-5 assises) ; de plus, les méats intercellulaires augmentant graduellement en importance, communiquent avec les chambres sous-stomatiques ; enfin, le calibre des éléments devient de plus en plus considérable, de telle sorte que, vers la base des expansions latérales, il est relativement très grand, ainsi que vers la région comprise entre la pointe de la nervure médiane et le sommet de l'angle rentrant formé par la face concave (région de passage par conséquent de la trace du plan de symétrie bilatérale).

A droite et à gauche de cette région, on voit dans la plupart des coupes pratiquées vers le niveau étudié deux fortes lacunes dans le parenchyme. Leur grandeur est d'ailleurs variable ; elle peut être, à peu près, pour chacune, sur une coupe déterminée, celle d'une nervure latérale ou être inférieure au contraire. Elles peuvent être interrompues toutes les deux, ou une seule uniquement subsister sur d'autres sections transversales. Elles se placent entre la trace du plan de symétrie bilatérale et la région de la nervure latérale qui le regarde.

Elles débutent à un niveau un peu inférieur (intermédiaire entre I et II) par une petite cavité impaire (dans le plan de symétrie bilatérale, dont on peut sur certaines coupes saisir la bifurcation en deux autres, qui sont celles dont nous venons de parler et qui se portent ensuite à droite et à gauche du dit plan.

La région des ailes offre, entre le capuchon sclérifié de chaque nervure latérale et l'épiderme (qui sont à peu près parallèles), deux ou trois assises de tissu parenchymateux compact régulier, à cellules en moyenne de calibre moitié moindre que le calibre moyen des éléments du reste du conjonctif général. (Nous disons 2 ou 3 assises sans compter l'assise hypodermique ni l'endoderme de la nervure).

Cylindre central. — a) NERVURE MÉDIANE : Débute vers la face inférieure par un capuchon sclérifié qui a encore une forme de section méniscoidale avec concavité dirigée vers la face supérieure. On pourra compter sur une coupe déterminée, par exemple, une quarantaine d'éléments dans ce tissu. L'épaisseur maximum (3 assises) a lieu encore vers la trace du plan de symétrie bilatérale. L'épaisseur minimum, réalisée à droite et à gauche, aux deux bords latéraux, est d'une largeur d'éléments. Ici, les dits bords n'arrivent

pas à couvrir tout le pourtour inférieur du liber normal, lequel les dépasse un petit peu, mais très nettement de chaque côté du plan de symétrie.

Les cellules constitutives du capuchon ont un calibre très différent de l'une à l'autre. Pour les unes, il est tout petit, comme celui des plus petits éléments du bois ; pour d'autres, il est moyen comme celui des éléments homologues des coupes pratiquées à des niveaux plus bas que nous avons examinées tout à l'heure. Quelques autres (une demi-douzaine dans l'exemple choisi) ont un très grand calibre qui dépasse celui des grands éléments vasculaires ligneux et comparable à celui des cellules du conjonctif mésophyllaire de moyen calibre. La forme générale du contour est subpolygonale, aussi arrondie que celle des éléments ligneux. L'épaisseur de la paroi est assez forte, cependant la lumière est largement développée. De plus, la membrane est lignifiée, et cela chez toutes les cellules, et non dans une partie seulement comme nous l'avions observé à des niveaux plus bas. Ajoutons que cette lignification est sensiblement mieux marquée que celle des quelques parois que nous avons remarquée aux dits niveaux inférieurs dans la région homologue. Cependant, elle n'est malgré tout pas comparable à celle des éléments vasculaires du bois ; la morsure du vert d'iode, quoique nette, est sensiblement plus légère que chez ces derniers.

Le *liber normal*, assez hétérogène d'aspect, offre un certain nombre d'éléments parenchymateux relativement grands, à côté des éléments libériens proprement dits. Son épaisseur est à peu près constante et égale à l'épaisseur moyenne du capuchon sclérifié.

Le *bois* a la forme en éventail déjà décrite précédemment. Il offre un plus grand nombre d'éléments que dans les niveaux inférieurs (comptés 90 sur une coupe déterminée). Il a un aspect un peu plus hétérogène que plus bas. A côté de vaisseaux relativement grands, et occupant la plus grande surface du faisceau, on observe quelques petits éléments ligneux, vers la limite ligno-libérienne, de calibre beaucoup plus restreint.

Puis vient, en allant toujours vers la face supérieure, à la pointe du bois, un tissu ayant l'aspect et la composition du liber normal (tout petits éléments de parenchyme mêlés d'éléments proprement libériens) ; il s'agit là sans nul doute du *liber interne ou anormal*. Il

est enclavé de toutes parts dans des éléments à parois lignifiées par suite de l'existence du tissu sous-jacent dont nous allons parler. Il forme un amas de section lenticulaire (en coupe transversale); son épaisseur maximum se présentant selon la trace du plan de symétrie bilatérale et diminuant graduellement à droite et à gauche. Il s'infiltre vers la base du bois entre les éléments de celui-ci, mais nous n'avons observé aucune communication avec le liber normal.

Au-dessus, vient un *second capuchon scléreux*, formé de petits éléments, d'ailleurs (on ne trouve pas de grands éléments comme dans celui qui couvre le liber normal), et qui a encore une section transversale de forme méniscoidale comme le premier. Mais sa concavité est tournée en sens inverse, donc *inférieurement*. Trois épaisseurs de cellules représentent encore sa largeur maximum dirigée selon la trace du plan de symétrie bilatérale. Sur une coupe déterminée, par exemple, on comptera, dans ce second capuchon scléreux, une vingtaine d'éléments en tout. La paroi de ceux-ci est épaisse; cependant, la lumière est bien développée. La lignification de la membrane est nette (très sensiblement plus forte que chez les éléments du premier capuchon), un peu plus faible toutefois que chez les éléments du bois (criterium : fixation du vert d'iode). Ce deuxième capuchon sclérifié occupe l'emplacement; est homologue par conséquent, des éléments collenchymateux que nous avons vu recouvrir extérieurement les éléments libériens anormaux aux niveaux plus inférieurs.

Les deux bords de ce second capuchon scléreux se soudent aux flancs du faisceau ligneux (1), d'où l'emprisonnement total du liber anormal entre des éléments lignifiés que nous avons mentionné.

b) NERVURES LATÉRALES : Même schéma dans l'ensemble. Elles sont situées tout près de la face supérieure et logées dans les expansions. Le *capuchon sclérifié* qui couvre le liber normal comprendra, par exemple, dans une coupe déterminée 25 éléments pour une nervure et 29 pour l'autre. La lignification des parois cellulaires est

(1) A un niveau légèrement inférieur au niveau étudié (mais pourtant supérieur toutefois au niveau 1) on trouvera les quelques éléments tout à fait terminaux de ces bords encore cellulotiques, tous les autres étant lignifiés. C'est une transition entre les deux aspects observés. L'enclavement du liber interne par des éléments lignifiés ne sera pas alors tout à fait total.

poussée au même degré ; leur épaisseur est la même aussi. La section du capuchon est encore méniscoïdale, avec épaisseur maximum de trois largeurs d'éléments vers la trace du plan de symétrie particulier au faisceau. A noter cependant l'aspect plus homogène du tissu comparé à son homologue de la nervure médiane ; le calibre cellulaire y est, en général, intermédiaire entre celui des plus grands et des plus petits éléments de ce dernier.

Le *liber normal* est proportionnellement bien plus développé que dans la nervure médiane. Il peut même offrir une largeur plus grande que celui de ladite nervure : son importance relative est donc encore ici très sensiblement plus grande dans l'ensemble.

Le *bois* plus homogène d'aspect que dans la nervure médiane comprendra dans une coupe déterminée, par exemple, 17 éléments pour une nervure, 18 pour l'autre. Le calibre des éléments vasculaires qui le constituent est moyen, compris entre celui des plus grands et celui des plus petits éléments du bois de la nervure médiane. La forme est encore à peu près en éventail ou en demi-cercle. Les vaisseaux se rangent encore en files radiales, la plus longue se trouvant dans la région de passage du plan de symétrie de la nervure.

Le *liber anormal ou interne* forme un petit amas, de forme plus ou moins lenticulaire en coupe transversale, à épaisseur maxima vers la trace du plan de symétrie de la nervure. Les bords latéraux arrivent parfois jusqu'au contact avec ceux du *liber normal* qui contourment les flancs du bois sur quelques coupes. A noter encore l'infiltration de ces éléments cribreux internes entre les éléments du bois, pouvant aboutir encore à quelques anastomoses (1-2-3) les rejoignant au *liber normal*.

On ne voit pas d'homologue sensiblement défini du capuchon scléreux supérieur de la nervure médiane recouvrant le *liber anormal*. 1-2 assises de parenchyme (après l'endoderme de la nervure) sépareront celui-ci d'une des grandes lacunes signalées tout à l'heure. Pourtant dans quelques coupes on voit 1 à 4-5 petits éléments, à membrane quelque peu épaissie, à l'emplacement où l'on s'attendrait à trouver le deuxième capuchon sclérifié, mais leur lignification est presque nulle.

Partie supérieure. — Examinons une coupe pratiquée dans la moitié supérieure. Les ailes ont augmenté d'étendue, en même temps qu'elles se fondaient, en quelque sorte, avec la région angulaire, le sillon de délimitation avec celle-ci s'étant effacé. Ladite région angulaire est devenue, d'ailleurs, moins pointue, plus arrondie, plus émoussée. La coupe a une forme très régulière de cœur.

L'*épiderme* est formé de cellules semblables à celles des niveaux précédents (épaississement et cutinisation de la paroi tangentielle extérieure qui est bombée vers le dehors). Leur section est subcarrée ou subrectangulaire avec allongement radial maximum léger (pour quelques-unes, toutefois, cet allongement, en s'accroissant, peut donner à l'élément un aspect papilleux).

Cet épiderme montre quelques poils formés : 1° d'une basale insérée entre les cellules épidermiques et débordant un peu celles-ci ; 2° d'une cellule intermédiaire à section subcarrée ; 3° d'une cellule terminale fort longue (environ 6-7 fois la basale) terminée en pointe un peu émoussée et recouverte d'une cuticule bien indiquée. La forme générale de cette cellule est un peu courbe, comme celle d'un sabre.

Le *parenchyme général* comporte une description à peu près semblable à celle du niveau précédent. Notons encore le caractère hypodermique de l'assise sous-épidermique, formée de beaucoup plus petits éléments que les autres assises du conjonctif. Lesdits éléments ont à peu près le même calibre que ceux de l'épiderme. Leurs parois tangentielles sont également épaissies (1).

CYLINDRE CENTRAL : Même aspect général qu'au niveau précédent, mais cependant il faut noter que le développement et la lignification des deux capuchons scléreux inférieurs et supérieurs de la *nervure médiane* sont en recul très marqué.

Le *capuchon inférieur* compte un bien moins grand nombre d'éléments lignifiés. Sur une coupe déterminée, on observera, par exemple, simplement une douzaine d'éléments à parois un peu épaissies et à lignification très faible. La morsure du vert d'iode est très légère, beaucoup plus faible qu'au dernier niveau décrit. Ces

(1) On observe encore une ou deux lacunes vers la face supérieure dans le parenchyme. Ces lacunes peuvent d'ailleurs s'obstruer à certains niveaux.

éléments, disposés en bande arquée, concave vers le liber normal, ébauchent le contour inférieur du capuchon, ladite bande étant coupée en son milieu par la trace du plan de symétrie bilatérale. Ils sont très variables de calibre : on en verra, sur une coupe, de fort grands (comme les plus grandes cellules du conjonctif), de moyens et de tout petits. Ils sont, du côté du liber normal (1), doublés de 6-7 éléments cellulotiques de grand calibre, de parois minces, qui se fondent avec le liber normal et qui correspondent cependant, qui sont homologues à des éléments sclérifiés du niveau précédent. On voit que le capuchon scléreux tend à régresser, depuis ledit niveau, par délignification progressive de ses éléments successifs et retour de ceux-ci à l'état de cellules parenchymateuses. La régression a commencé par les éléments plus proches du liber normal.

Rien de nouveau à signaler pour le *liber normal* (formé de parenchyme entremêlé d'éléments cribreux).

Le *bois* a encore le même aspect, en éventail formé de files radiales (60 éléments comptés sur une coupe déterminée).

Le *liber anormal*, formé encore de parenchyme et d'éléments cribreux anormaux, offre encore le même développement : il s'in-filtre loin entre les éléments du bois, presque jusqu'à sa limite avec le liber.

Le *capuchon sclérifié supérieur* forme, observé sur une coupe déterminée, un amas rectangulaire, de largeur à peu près uniforme, partagé en deux moitiés symétriques par la trace du plan de symétrie bilatérale. Il y a lignification nette des parois cellulaires, presque comme celle des parois des éléments ligneux. Les cellules sont de calibre variables de l'une à l'autre. Pour les unes il est relativement grand (moins toutefois que pour les plus grands éléments du capuchon sclérifié inférieur); pour d'autres, il est moyen ou tout petit. L'épaississement de la membrane cellulaire est très notable : pour la plupart, beaucoup plus accentué que chez les éléments du capuchon inférieur; les plus petites présentent même un aspect quasi-fibreux.

Donc le capuchon sclérifié supérieur n'a pas de raccord avec le bois et le liber anormal n'est pas enclavé complètement entre des

(1) Certaines coupes ne présentent que de grands éléments dans le capuchon.

éléments lignifiés ; il est en contact avec le parenchyme à droite et à gauche du plan de symétrie bilatérale (1).

NERVURES LATÉRALES : Aspect général et étendue comme au niveau précédent.

Le *capuchon sclérifié couvrant le liber normal* offre encore une régression analogue à celle qu'on a observée, dans son homologue de la nervure médiane. (On comptera sur une coupe donnée, 9 éléments lignifiés pour une nervure et 12 pour l'autre). La lignification ici encore est peu indiquée. Le vert d'iode mord très peu sur les parois cellulaires.

La variation du calibre est moins accentuée que dans la région homologue de la nervure médiane : elle est pourtant encore très notable. Les plus grands éléments ne sont pas aussi larges que les plus grands éléments du capuchon de ladite nervure. L'épaississement de la paroi cellulaire est aussi plus accentué ; les petits éléments offrent une section de fibre. Les éléments encore un peu sclérifiés sont, ici aussi, les plus éloignés du liber normal et sont disposés en une bande plus ou moins régulière coupée en deux moitiés à peu près égales par le plan de symétrie particulier à la nervure latérale considérée. Comme tout à l'heure, d'autres éléments homologues, dans le capuchon, d'éléments lignifiés des niveaux inférieurs, sont ici cellulotiques et vont se fondre avec le liber normal.

Les *libers interne et externe* présentent un aspect et un développement semblables à ceux observés aux niveaux précédents, avec infiltrations et anastomoses unitives à travers le bois (2 et 4 de ces anastomoses, respectivement pour chaque nervure latérale, sont visibles, par exemple, sur une coupe déterminée).

Le liber interne peut encore se raccorder au liber externe par un des bords latéraux ou même par ses deux bords.

Le *bois* présente le même aspect en éventail de files radiales qu'aux niveaux précédents (19 et 22 éléments visibles respectivement, pour chaque nervure, sur une coupe déterminée).

(1) Sur une coupe déterminée, on pourra, par exemple, compter 24 de ces éléments sclérifiés supérieurs.

STRUCTURE DU PÉTIOLULE DE LA FOLIOLE MÉDIANE

Nous avons pu pratiquer des coupes *a*) vers la base, à la naissance du pétiole (région du renflement moteur) ; *b*) dans la partie moyenne.

I. Partie inférieure. — La coupe présente une forme de pentagone régulier très semblable à celle que nous avons décrite au niveau de la base du pétiole commun. Notons toutefois que la face supérieure (correspondant au bois) est sensiblement plus creusée, car le contour qui lui correspond en section transversale est très notablement concave vers l'extérieur (angle rentrant bien marqué).

L'*épiderme* a encore les mêmes caractères essentiels, le même aspect général que celui du pétiole. Les cellules ont une paroi tangentielle extérieure épaisse, avec cuticule visible, une section sub-carrée ou subrectangulaire, avec allongement radial et caractère papilleux plus ou moins marqué. Il porte un certain nombre de poils tout à fait identiques à ceux décrits précédemment.

Parenchyme général. L'assise de conjonctif sous-jacente à l'épiderme a un caractère *hypodermique* assez bien marqué : elle est formée d'éléments pas plus grands que ceux de l'épiderme, à paroi tangentielle extérieure épaissie (pas autant, cependant, que chez les cellules épidermiques). Les autres assises du parenchyme sont au nombre à peu près constant de 4-5, entre l'assise hypodermique et le cylindre central. Elles sont formées de grandes cellules, en général, à parois minces et cellulósiques, de calibre, pour presque toutes, supérieur à celui des cellules épidermiques. L'assise jouant le rôle d'endoderme, au contact du cylindre central, est peu différenciée. Pas de lacunes homologues des 1-2 lacunes du parenchyme général du pétiole.

CYLINDRE CENTRAL : A une nervure unique, en forme de croissant, bien central de position, divisé en deux moitiés symétriques par le plan de symétrie bilatérale. Le bois est tourné du côté de la concavité du croissant (côté supérieur) et le liber normal du côté de la convexité (côté inférieur). Ce liber normal a une épaisseur à peu près constante (un peu moins de la moitié de l'épaisseur maximum du bois).

Le *bois* compte, sur une coupe observée, 66 éléments, par exemple, disposés bien régulièrement en files radiales, de longueur décroissante à partir de celles qui se trouvent vers le plan de symétrie bilatérale: Il existe un homologue du complexe, que nous avons appelé « capuchon sclérifié supérieur », trouvé dans les niveaux inférieurs du pétiole commun. Contre le bois on observe des éléments semblables à ceux du liber normal; dans la région proche de la trace du plan de symétrie bilatérale, à droite et à gauche de cette trace, ces éléments sont doublés, du côté *supérieur*, par des cellules plus grandes, mais cependant de diamètre inférieur à celles du conjonctif général, à parois assez épaissies mais cependant restées cellulosiques (collenchyme).

Les *éléments libériens anormaux ou internes*, auxquels nous venons de faire allusion, bordent toute la concavité du croissant du bois et arrivent à se raccorder, par les flancs, au liber normal; ils s'infiltrant entre les files du bois, en parvenant, par des trainées anastomotiques radiales, à établir jonction avec ledit liber normal (7 fois par exemple dans une coupe déterminée). Ces anastomoses sont formées d'éléments cellulosiques tout à fait en continuité d'aspect avec les deux libers.

Du *côté inférieur*, le liber normal est bordé par quelques éléments assez irrégulièrement disposés, n'arrivant pas à former une bande continue, presque tous disposés vers les bords du croissant, où ils forment deux tas de 2-3 assises de large, formés de cellules à parois assez épaissies, de calibre assez variable, mais très généralement inférieur au calibre des cellules du parenchyme. Ces éléments ont donc un caractère collenchymateux. (Ils fixent le carmin et non le vert d'iode). Entre les deux massifs qu'ils forment à droite et à gauche du plan de symétrie bilatérale, il n'en existe le long du contour du liber normal qu'un tout petit nombre, disposés sporadiquement.

II. Partie moyenne. — A un niveau plus élevé, sur le contour d'une coupe transversale, les ailes toujours très développées se sont mieux individualisées encore; les sillons qui les délimitent inférieurement se sont approfondis. Comme les ailes ont à peu près le même développement que la partie inférieure de la coupe, on a une

forme d'ensemble à trois lobes arrondis. La partie inférieure du contour ne mérite pas ici le nom de « région anguleuse » que nous lui avons appliquée plus haut : elle est en effet tout à fait arrondie.

L'*épiderme* a encore à peu près le même aspect et les mêmes caractères que tout à l'heure (parois cellulaires tangentiellles extérieures notablement épaissies et cutinisées). Signalons ici le nombre assez considérable d'éléments à allongement radial marqué et d'allure papilleuse. Des cellules ostiolaires de quelques stomates sont également visibles ainsi que des poils épidermiques, semblables à ceux qui ont déjà été décrits.

La première assise, conjonctive sous l'épiderme, a des *caractères hypodermiques* nets partout, sauf vers la face concave où elle est peu différenciée. Cet *hypoderme* est même formé de cellules de calibre sensiblement plus petit que celui des cellules épidermiques, surtout vers les régions des deux ailes latérales.

Le *parenchyme général* est formé de cellules à parois minces et cellulósiques (3-4 assises entre l'hypoderme et les capuchons couvrant, dans chaque nervure, le liber normal). Celles qui sont comprises dans l'espace délimité par une courbe qui serait tangente aux côtés *inférieurs* des trois nervures et irait se raccorder au contour concave, ont un calibre bien supérieur aux autres (en moyenne, double). Les autres sont bien plus petites. Celles qui sont comprises entre l'épiderme des ailes latérales et le capuchon des nervures latérales sont les plus petites, plus petites même que les cellules épidermiques et hypodermiques. Dans la région inférieure (ex-région anguleuse du niveau précédent), entre la nervure centrale et l'épiderme, les cellules conjonctives offrent un calibre moyen entre ces deux termes extrêmes. On n'observe, ici encore, *aucune lacune* dans le conjonctif général, analogues à celles décrites dans le pétiole vers la face supérieure.

CYLINDRE CENTRAL : Le bois comprend trois nervures bien détachées qui offrent ici *la même étendue en section transversale*.

La nervure médiane est plus effilée, un peu moins large que les deux autres. Elle présente un *capuchon sclérifié inférieur* très incomplet, très imparfait (compté 9 éléments sur une coupe déterminée) formé de quelques cellules à parois épaissies, lignifiées faiblement, mais non à un degré nul (légère morsure du vert d'iode), qui figurent

une bande, point très régulière, coupée en deux moitiés assez égales par le plan de symétrie bilatérale. Ladite bande est d'ailleurs discontinue, coupée par l'intercalation d'éléments cellulositiques parenchymateux. Les éléments sclérenchymateux ont un calibre plutôt fort et d'ailleurs assez variable, celui des éléments cellulositiques intercalé est du même ordre de grandeur.

Il s'ensuit que le liber normal est loin d'être protégé par du sclérenchyme sur tout son contour (sur presque la moitié seulement, par exemple, dans une coupe déterminée).

Le dit *liber normal* offre une épaisseur bien constante et égale à environ $1/5$, $1/6$ de l'épaisseur maximum du bois.

Le *bois* offre une disposition régulière, en éventail de files radiales, à longueur décroissante, à partir de la trace du plan de symétrie bilatérale où se trouve la plus longue. Il est proportionnellement bien développé (33 éléments lignifiés comptés sur une coupe déterminée).

Le *liber anormal ou interne* constitue, à la pointe du bois, un petit massif médian (ou impair) subrectangulaire, conjointement (à sa périphérie du côté supérieur) avec quelques éléments collenchymateux et d'autres plus périphériques encore (done, venant encore après les premiers, en remontant toujours vers la face supérieure du pétiole), semblables par l'épaississement et la lignification des parois et la forme du contour à ceux du capuchon sclérifié inférieur, mais plus petits (1). Les éléments libériens se montrent encore collés tout contre le bois, avec tendance marquée à l'infiltration entre les files radiales de celui-ci. Si certaines coupes ne montrent point de communications entre les deux libers, d'autres présenteront 1 ou 2 raccords anastomotiques. A de certains niveaux, les deux tissus arriveront même à se raccorder en contournant le bois par les flancs.

NERVURES LATÉRALES : Sont disposées en triangle équilatéral avec la nervure médiane. Les plans de symétrie, particuliers à chacune d'elles, tombent bien orthogonalement sur le plan général de symétrie bilatérale.

Ce qui frappe de suite, en coupe transversale, c'est le grand développement du *capuchon sclérifié, protecteur du liber normal*. 1

(1) Ces éléments, à un niveau un peu moins élevé que celui que nous décrivons, peuvent se montrer, eux aussi, collenchymateux.

est formé de cellules à parois très notablement épaissies, très sensiblement plus que celles des éléments sclérenchymateux inférieurs et supérieurs de la nervure médiane. La lignification, tout en restant bien moindre que pour les éléments ligneux, est également plus accentuée. La largeur maximum de ce capuchon est de trois largeurs d'éléments ; il a une forme de croissant à concavité embrassant le liber normal. A de certains niveaux, il recouvre tout le contour opposé au bois du dit liber ; à d'autres seulement, *presque* tout ce contour, laissant vers les deux bords, à droite et à gauche du plan de symétrie particulier au faisceau, en réalité, deux petites zones, fort restreintes, de tissu cribreux non protégé. (Il pourra même y avoir, sur une coupe déterminée, une de ces deux dispositions pour une nervure latérale et l'autre pour la seconde nervure latérale).

La largeur maximum, comptée en unités de longueur, du capuchon sclérifié excède même un peu celle du liber normal. Les éléments constitutifs ont un calibre variable, mais presque toujours inférieur aux calibres des plus grands éléments des deux capuchons de la nervure médiane. Leur contour, variable également, est généralement subtriangulaire, subrhombique, subcarré ou arrondi en coupe transversale. Les plus petits offrent une lumière réduite en proportion de l'épaississement des parois et une allure fibreuse. Certaines coupes montreront même une majorité d'éléments nettement fibreux d'aspect, à faible lumière et à parois à lignification plus accentuée (1).

Le *liber normal* offre plus des $2/3$ de la largeur maximum du bois. Il se raccorde, d'une manière souvent fort accentuée, au liber interne, en contournant soit un des flancs, soit même les deux flancs du bois qui, dans ce dernier cas, sera en quelque sorte enclavé, noyé dans du tissu cribreux.

Le *bois* (14 éléments pour une nervure latérale, 15 pour l'autre, comptés sur une coupe déterminée) est beaucoup moins développé que dans la nervure médiane, à l'inverse du tissu cribreux. Il offre des files radiales de 2-3 éléments au maximum (5 éléments pour la nervure médiane représentant, sur une coupe déterminée, la longueur maximum des dites files radiales). Les vaisseaux ligneux n'atteignent pas le calibre des plus grands de la nervure médiane.

(1) Compté, dans une coupe déterminée, dans les capuchons des deux nervures latérales, respectivement 23 et 27 éléments.

Le *liber interne* est bien net à la pointe du bois. Il s'infiltre entre les files ligneuses ; il est en continuité bien indiquée par des anastomoses (2 ou 3 en général) avec le liber normal. Tous ces éléments cribreux sont très semblables d'aspect. On ne remarque, pour protéger ce liber anormal, *aucun élément sclérenchymateux ou même collenchymateux*, en position homologue de celle des éléments protecteurs du liber interne de la nervure médiane.

STRUCTURE DE L'AXE D'INFLORESCENCE

La coupe transversale de l'axe d'inflorescence affecte à peu près la forme d'un polygone étoilé à cinq sommets, dont deux régions anguleuses, non consécutives, sont bien mieux développées en étendue que les autres (en hauteur comme en largeur, elles sont trois fois plus allongées, environ, que les dites autres). Les angles des trois autres régions sont fortement arrondis, ceux des deux grandes régions susdites formant des pointements plus accentués.

L'*épiderme* est formé de cellules à section subcarrée ou subrectangulaire avec allongement tangentiel pouvant même être fort marqué. Leur calibre est relativement grand, égal, ou souvent même supérieur à celui de beaucoup de cellules du tissu parenchymateux sous-jacent. Peu nombreux sont les éléments de celui-ci, qui sont plus grands que les cellules épidermiques. La paroi tangentielle extérieure est notablement épaissie et nettement cutinisée.

Le *tissu parenchymateux* sous-jacent à l'épiderme (tissu cortical et péricyclique en continuité parfaite) est formé de cellules à parois minces et cellulósiques. Ils comprennent 3-4 à 6-7 assises d'éléments dont nous venons d'indiquer le calibre comparé à celui des cellules épidermiques.

L'assise sous-épidermique prend, dans les ailes seulement, un caractère *hypodermique* (calibre et aspect des cellules semblables à ceux des cellules épidermiques ; parois tangentiellées extérieures sensiblement épaissies).

CYLINDRE CENTRAL : Le conjonctif que nous venons de décrire entoure, en partie, des *îlots sclérifiés* qui ont la même position relative que ceux de la tige, le liber normal étant en contact direct avec leur face intérieure. Ce sont donc là encore des éléments péricy-

cliques. Chacun d'eux correspond, comme nous le verrons, à un faisceau libéro-ligneux. Dans les coupes observées, nous en comptons donc 11. Nous préciserons leur position en même temps que celle des dits faisceaux.

Signalons ici seulement :

1° Qu'ils sont à peu près semblables quant au calibre et au contour de leurs éléments, quant à l'aspect général, aux ilots sclérifiés homologues de la tige ordinaire. La lignification de la membrane cellulaire est encore ici peu indiquée (morsure légère du vert d'iode). Comme dans les ilots de la tige, il y a des éléments d'aspect sclérenchymateux et d'autres d'aspect fibreux avec de nombreux intermédiaires, d'après le développement de la lumière.

2° La forme des ilots sclérifiés de l'axe d'inflorescence est, en général, bien moins régulière que celle des ilots de la tige. Si plusieurs affectent une forme méniscoïdale, d'autres constituent des bandes tangentielles de forme peu définie, de développement variable, pouvant présenter des lacunes ou confluer deux à deux. Nous préciserons tout à l'heure. Le développement tangentiel total du tissu sclérifié est d'ailleurs égal ou peu inférieur à celui de la tige (les $\frac{2}{3}$ environ du périmètre tracé à sa profondeur moyenne), parallèlement à la surface de la coupe.

Les faisceaux libéro-ligneux sont au nombre de 11 sur les coupes observées. Nous avons là une structure primaire bien nette.

Sur les 11 faisceaux, 5 correspondent aux sommets du pentagone étoilé que figure le contour de la coupe. Il y en a, en plus, un autre à égale distance entre chacun des faisceaux précédents et à peu près au même alignement (ou, tout au moins, légèrement en retrait vers l'intérieur), sauf cependant entre le faisceau d'une des grandes ailes et celui d'une petite aile consécutive où, régulièrement espacés, se trouvent deux faisceaux intermédiaires. Enfin, entre le faisceau d'une grande aile et le faisceau intermédiaire consécutif, mais beaucoup plus près de ce dernier est une petite poche, allongée tangentiellement, creusée dans l'avancée séparatrice des faisceaux, qui dépend du tissu médullaire lignifié. Elle est comblée par un petit amas de liber qui est séparé seulement (dans le sens tangentiel) de celui du faisceau intermédiaire par quelques éléments parenchymateux. Son fond est formé

par une demi-douzaine d'éléments à parois très épaisses, fortement lignifiés (certains ayant même un aspect quasi-fibreux) (1). Comme les éléments lignifiés de la moelle viennent réunir entre eux les faisceaux ligneux, la masse lignifiée que représente la réunion du bois et de la moelle affecte assez exactement la forme d'un pentagone régulier ordinaire (non étoilé).

Prenons un niveau déterminé et donnons une description un peu détaillée de l'aspect que nous y observons des 11 faisceaux libéro-ligneux. Nous les numérotons de 1 à 11 en suivant toujours, dans le même sens, le contour du pentagone lignifié, en partant de celui d'une grande aile.

a) DESCRIPTION DU CAPUCHON EN SECTION TRANSVERSALE : Faisceau I (grande aile) : 20 éléments, la plupart à calibre assez grand, section aplatie, parois épaisses, aspect fibreux, lumière réduite. L'ensemble affecte une forme vaguement méniscoïdale.

Faisceau II. Le capuchon correspondant a une forme de lentille-plan convexe avec face plane tournée vers l'intérieur de la tige. Éléments presque tous d'aspect fibreux, de section très aplatie, de grand calibre.

Faisceau III (petite aile). Capuchon de 16 éléments, en forme de crosse, à concavité regardant vers l'intérieur. 14 de ces éléments sont disposés très régulièrement sur une seule largeur, côte à côte ; ils sont très aplatis, à parois épaisses, d'aspect fibreux, leur contour comme leur lumière est très allongé, et l'axe d'allongement maximum de leur section est dirigé radialement : ils se présentent en quelque sorte, en coupe transversale, plantés comme des clous à la limite externe du liber. Deux autres sont serrés dans la concavité de la crosse, ont leur grand allongement de section transversale incliné sur la direction radiale, un peu couché en quelque sorte, et sont d'ailleurs semblables aux précédents. Tous ces éléments sont de fort calibre.

Faisceau IV. Forme méniscoïdale bien régulière du capuchon, avec face à plus grand rayon de courbure au contact du liber. Épaisseur maximum de 3 largeurs d'éléments. Calibres cellulaires variables : de tout petits, de moyens, de très grands. Les contours

(1) La poche en question correspond à un côté du pentagone lignifié qui ne comporte qu'un seul faisceau intermédiaire.

cellulaires sont également variés : ils rappellent ceux observés dans les capuchons homologues de la tige ordinaire (se reporter à cette description). Nombre total d'éléments : 18. La moitié environ d'entre eux offre un caractère fibreux (restriction très accentuée de la lumière).

Faisceau V (petite aile). Capuchon discontinu, comprenant vers un des bords latéraux trois éléments fibreux, de fort calibre, de section très aplatie, de grand allongement (en coupe transversale) couché tangentiellement ; vers l'autre bord latéral, deux petits éléments fibreux (lumière quasi-linéaire) aplatis et de calibre extrêmement restreint. Entre ces deux groupes sclérifiés, à lignification faible mais certaine des membranes cellulaires, comme tous leurs homologues (légère morsure du vert d'iode), on trouve une demi-douzaine d'éléments à parois cellulósiques (morsure du carmin), un peu épaissies, et qui remplacent les éléments sclérifiés qui manquent. Si on admet que ces éléments cellulósiques font partie du capuchon, on assignera à celui-ci une forme méniscoidale semblable à celle qui a été observée dans le capuchon du faisceau IV.

Faisceaux VI et VII (ce dernier correspondant à une grande aile). Une trentaine d'éléments en tout dans le complexe formé par les deux capuchons qui ont conflué en une longue bande d'une assise de large, enroulée en crosse à l'extrémité qui correspond au faisceau VII. La plupart des dits éléments ont un aspect sclérenchymateux, non fibreux (les parois ne sont point trop épaissies, les lumières bien accentuées). Quelques-uns seulement ont un caractère de fibres ; ils sont situés vers la crosse (lumière réduite).

Coutour de tous irrégulier, souvent aplati. La plupart sont de grand calibre.

Faisceau VIII. Capuchon formé de 9 éléments sclérifiés en tout. Sept couvrent la moitié du liber du faisceau VIII, et deux, le liber de la petite poche comprise entre les faisceaux VII et VIII et dont nous avons parlé plus haut. Ces deux groupes sont séparés par des éléments cellulósiques. Cette dernière catégorie d'éléments existe encore formant une assise de grandes cellules en contact avec le liber sous le groupe de 7 éléments sclérifiés (1). La plupart des dits éléments sclérifiés sont de grand calibre, de parois pas très épaissies.

(1) Ces sept éléments sont rangés en une bande tangentielle d'une assise.

Faisceau IX (petite aile). Une douzaine d'éléments de grand calibre, à contour irrégulier, à parois pas très épaisses. Forme générale de l'ensemble assez exactement méniscoïdale.

Faisceaux X et XI. Capuchons formés respectivement de 6 et 8 éléments sclérifiés disposés en une bande tangentielle d'une assise, de calibre, contour, épaisseur de parois comme chez les éléments du faisceau IX. (Les faisceaux 10 et 11 sont tous deux intermédiaires entre une grande et une petite aile).

C'est au-dessus des capuchons sclérifiés que le parenchyme extérieur offre le moins d'assises de large (3-4). Entre eux, il en présente 6-7, avons-nous dit.

b) DESCRIPTION DES TISSUS VASCULAIRES ET DE LA MOELLE : *Le liber normal* forme 11 petits faisceaux libériens, bien distincts, éloignés les uns des autres, affectant le plus souvent, avec plus ou moins de régularité, une forme méniscoïdale (sans compter la petite masse libérienne logée dans la poche dont il a été question plus haut, entre les faisceaux VII et VIII).

Le bois est réparti en 11 faisceaux ligneux qui forment avec les 11 faisceaux libériens qui leur sont superposés et les 11 capuchons couvrant extérieurement le tout, 11 faisceaux libéro-ligneux de structure primaire (1). Aucun cambium n'est visible à la limite interne du liber. Chaque faisceau ligneux est formé de 3-4 à une demi-douzaine de files d'éléments dont la disposition radiale régulière affirme l'individualité du faisceau, malgré son enclavement par les tissus lignifiés d'origine médullaire. Ces files radiales sont formées de 3-4-5 éléments ligneux de petit calibre. A leur pointe intérieure, enclavées complètement entre le bois primaire et la moelle lignifiée, ou le métaxylème, « pro parte » ou entièrement, on voit de petites plages (2) d'étendue très variable (de presque la surface d'un faisceau libéro-ligneux, à une superficie insignifiante), formées de très petites cellules de *parenchyme cellulosique* (membrane colorée en rose par le

(1) Du métaxylème se différencie aux dépens du tissu médullaire, vers la pointe et les flancs du bois primaire, en arceaux plus ou moins continus remontant vers le liber normal.

(2) Si les arceaux métaxylémiques sont continus, les plages cellulosiques sont entièrement enclavées entre des éléments ligneux.

carmin). Sur quelques coupes, on a pu observer parmi ce parenchyme, dans quelques faisceaux d'ailleurs, seulement, quelques petits éléments très semblables aux éléments proprement cribreux du liber normal. Mais c'est là l'exception, et il serait tout à fait exagéré de signaler un liber interne constant. Ces plages cellulosiques contribuent fortement aussi à affirmer l'individualité du faisceau ligneux qui correspond à chacune parmi les éléments lignifiés médullaires.

La *moelle* est formée de parenchyme à parois cellulaires lignifiées très fortement, mais pour une grande partie, tout au moins — nous allons préciser — restées minces.

Vers le centre, la très grande majorité des éléments médullaires sont d'un calibre très grand : ce sont les plus grandes cellules de la coupe. Pour certains, ce calibre est relativement énorme, pouvant couvrir une surface atteignant presque l'étendue d'un faisceau libéro-ligneux ! D'autres éléments beaucoup plus petits sont mêlés aux précédents, mais ils sont très peu nombreux, d'aspect d'ailleurs tout à fait semblable. Toutes les cellules dont nous venons de parler ont une section absolument circulaire en coupe transversale, ou s'écartant bien peu tout au moins du cercle. Elles sont associées de façon que les dites sections soient groupées en circonférences tangentes 3 à 3, presque toujours tout au moins.

Vers la périphérie, la moelle pousse des pointes entre les faisceaux libéro-ligneux (il y en a donc 22 en tout), pointes qui viennent s'aligner à peu près au niveau de la limite liber-bois des faisceaux libéro-ligneux : c'est ainsi que se constitue le pentagone (non étoilé) régulier que forment l'ensemble des tissus lignifiés et que nous avons déjà mentionné.

Dans ces pointes médullaires périphériques, le calibre cellulaire diminue et on passe ainsi des éléments parenchymateux lignifiés à des éléments sclérenchymateux, voire parfois même quasi-fibreux. En même temps, la section des cellules, de circulaire est devenue subpolygonale.

La lignification de tous les éléments de la moelle est, répétons-le, très nette. Leur membrane cellulaire prend aussi fortement le vert d'iode que celle des éléments du bois.

Melilotus macrocarpa Durieu.

(Espèce annuelle).

STRUCTURE DE LA TIGE JEUNE

La tige jeune présente en coupe transversale un contour en forme de pentagone à côtés inégaux, deux côtés étant sensiblement plus développés que les autres (environ deux fois dans les coupes observées). Ce qui frappe de suite, c'est la présence de cinq ailes ou saillies marquant les sommets du pentagone. Le grand côté extérieur du contour rectangulaire de chaque saillie a une direction rectiligne tangentielle bien nette : les petits côtés du rectangle presque parfait qu'elle figure, de directions radiales sont environ deux fois plus petits que ledit grand côté et à raccord brusque, perpendiculaire ou quasi-perpendiculaire avec les côtés du pentagone.

Cette forme de rectangle presque géométrique des cinq ailes de la coupe transversale est caractéristique ; elle contraste avec la forme des régions homologues dans les coupes de *M. indica* qui sont en forme d'angles arrondis fortement. Ici, elles sont bien mieux marquées, individualisées.

L'épiderme, dans les régions comprises entre les ailes, est formée de cellules à section subcarrée ou subrectangulaire avec léger allongement tangentiel. Les parois tangentielles extérieures sont assez épaissies ; quoique sensiblement moins que celles-ci, les parois tangentielles intérieures le sont quelque peu également. Ça et là, on trouve, parmi les cellules épidermiques, quelques paires de cellules ostiolaires, correspondant à des chambres sous-stomatiques creusées dans le parenchyme sous-jacent.

Dans les ailes, les cellules épidermiques ont leurs parois tangentielles, surtout les extérieures, considérablement plus épaissies que partout ailleurs. De plus, elles manifestent une légère tendance à s'allonger radialement.

Le parenchyme sous-jacent à l'épiderme écorce et péricycle, en continuité), comprend, dans les régions entre les ailes, 4-5 à 6-7 assises de cellules, grandes, à parois minces et cellulósiques.

Dans les régions des ailes, il compte, au-dessus du capuchon sclérifié correspondant à l'expansion et qui en barre à peu près toute la longueur, 7-8 assises cellulaires.

La première, sous l'épiderme, est formée d'éléments qui ont à peu près exactement le même aspect et calibre que les cellules épidermiques sus-jacentes. Les parois tangentielles extérieures des dits éléments, en accolant leur épaissement à celui des parois tangentielles intérieures des éléments épidermiques, forment une épaisseur totale à peu près égale à l'épaisseur des parois tangentielles extérieures de ces derniers. C'est donc un hypoderme bien différencié que nous avons ainsi dans les ailes et qui ne se retrouve pas dans les régions intermédiaires où cette première assise du conjonctif ressemble à toutes les autres. Les parois tangentielles intérieures de ses cellules sont d'ailleurs, également, épaissies d'une manière sensible.

Les deuxième, troisième, quatrième et cinquième assises de conjonctif, toujours dans la région des ailes, sont nettement, fortement collenchymateuses, mais pas sur toute leur longueur. La longueur de la partie collenchymateuse de la deuxième est un peu inférieure à celle de l'hypoderme qui la déborde à droite et à gauche, sur les petits côtés du rectangle que forme l'aile. Le collenchyme de la troisième est de même un peu en retrait à droite et à gauche sur le collenchyme de la deuxième ; le collenchyme de la quatrième sur le collenchyme de la troisième ; enfin, le collenchyme de la cinquième sur celui de la quatrième, si bien que cette cinquième assise a une longueur inférieure ou au plus égale à la moitié de la longueur d'un grand côté du rectangle figuré par l'aile en coupe transversale.

Les éléments constitutifs des quatre portions d'assises précitées ont un calibre notablement inférieur à celui des cellules épidermiques et hypodermiques ; leurs parois fortement épaissies sont purement cellulósiques (elles fixent puissamment le carmin dans le mélange carmino-vert). Ces quatre bandes collenchymateuses forment, par leur réunion, un trapèze isocèle, dans une coupe transversale passée au carmino-vert, se détachant fortement en rose, dont la grande base est accolée à l'hypoderme et dont la petite base regarde vers le centre de la coupe.

Cylindre central. Nous avons compté, sur les coupes observées,

17 faisceaux libéro-ligneux de structure primaire. La structure primaire de la tige est, en effet, encore très nette. Les formations secondaires commencent seulement à apparaître. Les 17 faisceaux libéro-ligneux sont répartis comme suit : 5 se trouvent correspondre à chaque aile, 3 à chaque région intermédiaire correspondant aux grands côtés du contour pentagonal de la coupe, 2 à chaque région intermédiaire correspondant aux petits côtés dudit contour. (Total donc $5 + (2 \times 3) + (3 \times 2) = 17$). Leur étendue est très variable. Ceux des sommets sont relativement bien développés. Les autres, de développement général variable, sont, ou égaux, ou plus souvent plus petits, quelquefois même très petits (ainsi deux d'entre eux se montrent de très petites dimensions à un niveau déterminé).

Tous ces faisceaux libéro-ligneux sont coiffés d'un capuchon *sclérifié*, immédiatement en contact avec le liber, donc péricyclique, formé d'éléments de calibres variables, mais très généralement grands (on en trouve, communément, qui atteignent les dimensions des cellules du conjonctif). Les parois cellulaires sont épaissies, mais modérément. La lignification est très faible (parfois même nulle pour les membranes de certains éléments situés au voisinage du liber) ; la morsure du vert d'iode sur les dites parois est très médiocre.

Ces capuchons ont presque tous une forme très régulière : méniscoïdale ou plan convexe, avec épaisseur maximum médiane, de 2-3-4-5 assises de cellules.

Le *liber normal* est groupé en 17 faisceaux libériens, compris chacun entre un faisceau ligneux et un capuchon sclérifié, ayant la forme de bandes tangentielles plus ou moins effilées.

Bois. Les faisceaux ligneux de la structure primaire sont encore bien individualisés montrant des files radiales de 1-2-3-4-5 éléments vasculaires chacune (3 à 5, cas paraissant le plus fréquent). Éléments généralement grands, en comparaison des éléments ligneux, de beaucoup plus petit calibre qui séparent lesdites files les unes des autres. Ces dernières sont, par faisceau, au nombre de 3 à 5.

A la limite liber-bois, on voit un *cambium* très net. Des éléments ligneux commencent à se différencier du côté intérieur, lignifiant leurs parois et se superposant, soit dans les faisceaux, aux files

d'éléments ligneux primaires, soit dans les espaces interfasciculaires, aux éléments de parenchyme lignifié d'origine médullaire.

Vers l'extérieur, le cambium tend de même à produire du *liber secondaire*. Mais le nombre des éléments cribreux secondaires, sans être nul est restreint, dans les régions interfasciculaires. De la sorte, les faisceaux libériens primaires restent encore très distincts, séparés par du parenchyme où commence seulement à s'organiser du *liber secondaire*.

Les faisceaux ligneux primaires, par développement progressif, se sont adjoints des éléments métaxylémiques sur les flancs et vers la pointe. Ceux de la pointe forment souvent (dans la moitié des faisceaux environ) un petit massif bien individualisé d'étendue très variable formé en très grande majorité d'éléments de tout petit calibre à parois lignifiées.

Entre les faisceaux ligneux, on trouve des éléments lignifiés remplissant totalement les rayons médullaires de la structure primaire dans leur partie intérieure (correspondant aux faisceaux du bois). Ces éléments proviennent : 1° du jeu du cambium qui commence à produire quelques éléments ligneux vers l'intérieur ; 2° de ce fait que la moelle a lignifié le parenchyme des pointes qu'elle enfonce entre deux faisceaux ligneux consécutifs, pointes qui ont assez exactement une forme triangulaire ou en fer de lance, avec allongement radial.

De la sorte, les tissus lignifiés forment une bande continue offrant une limite extérieure, à peu près exactement parallèle au contour épidermique ; à ceci près, toutefois, que dans les régions des cinq sommets du pentagone, cette limite ne reproduit pas le contour de l'aile correspondante, mais tourne simplement en forme d'angle arrondi.

Le ruban de tissu lignifié présente une largeur à peu près constante et représentant environ $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ du rayon de la coupe. (Le tissu parenchymateux dans les régions entre les ailes également).

Dans presque tous les faisceaux ligneux (dans 15 sur 17 par exemple à un niveau déterminé), on observe vers la pointe des files radiales du bois primaire, enclavées entre celles-ci et les éléments métaxylémiques, soit seuls (quand ceux-ci sont réunis en massif compact), soit en compagnie des éléments lignifiés médullaires de parenchyme quand les massifs précités sont mal individualisés,

rudimentaires), des plages de tissu cellulosique (fixation du carmin par les parois cellulaires) d'étendue très variable : parfois notable, d'autres fois insignifiante (4-5 éléments). Les éléments de ces plages ont une tendance générale marquée à remonter vers la limite libéro-ligneuse en s'infiltrant entre les files radiales du bois. Examinés simultanément avec le liber normal, ils sont très semblables d'aspect à ceux du liber normal. Il s'agit donc là, très vraisemblablement, de *liber interne*.

La *moelle* est formée en très grande partie de cellules de très grand calibre ; les plus grandes, d'ailleurs, sont groupées vers le centre, le diamètre diminuant dans la zone médullaire périphérique. Ces cellules ont un contour à peu près circulaire et des parois très minces et cellulosiques. Cependant, tout contre la pointe des faisceaux ligneux, et entre ceux-ci, dans les rayons médullaires de structure primaire, elles atténuent leur calibre (qui reste toujours fort comparé à celui des éléments vasculaires ligneux), épaississent un peu et lignifient leurs parois, aussi nettement que les parois des éléments du bois. La limite de lignification présente souvent un rebroussement concave du côté de la moelle cellulosique et dirigé vers la partie médiane de la largeur des rayons médullaires, d'où un aspect en fer de lance dans lesdits rayons du parenchyme lignifié, qui a été déjà signalé. (La forme triangulaire correspond au cas où ce rebroussement est peu ou pas accentué, cas beaucoup moins fréquent). Pour 17 faisceaux libéro-ligneux, on a donc également 17 plages de parenchyme lignifié séparatrices des faisceaux ligneux.

STRUCTURE DE LA TIGE AGÉE

Examinons à présent une tige plus âgée, beaucoup plus grosse.

L'*épiderme* offre des éléments à parois tangentielles encore épaissies et cutinisées. Leur section est, ici, généralement subrectangulaire, avec allongement tangentiel souvent très marqué.

Cet épiderme porte des poils que nous avons pu observer et qui nous ont présenté deux formes :

1° Une forme conique, très effilée et allongée, provenant d'une cellule unique implantée par son gros bout entre les cellules épidermiques ;

2° Une forme globuleuse. Ici, nous avons affaire à un complexe pluricellulaire comprenant :

a) une basale étroite et allongée radialement, de section rectangulaire, faisant saillie au-dessus de l'épiderme de la moitié environ de sa longueur, l'autre moitié étant encastrée entre les cellules épidermiques.

b) une toute petite cellule intermédiaire, de section rectangulaire, exactement superposée à la basale (en réalité, sa longueur de section égale la largeur de la basale, et sa largeur de section, qui a le sens radial, est légèrement plus courte).

c) exactement superposée à la précédente, de section légèrement trapézoïdale, une troisième cellule, de hauteur deux fois et demie environ supérieure à celle-ci, supporte sur sa face opposée à la dite deuxième cellule (face qui, en coupe sagittale, représente la grande base de la section trapézoïdale), le complexe globuleux qui termine le tout.

d) enfin, ce complexe lui-même est formé d'une dizaine de cellules, à peu près égales entre elles, disposées en deux étages de part et d'autre du plan équatorial du globe formé par leur ensemble. Ce globe a une forme ovoïde avec allongement maximum, dirigé dans le sens d'allongement même du pédicelle. Le petit bout de l'œuf qu'il figure repose sur la dernière cellule dudit pédicelle. Toutes les cellules ont le même développement, à peu près exactement, s'étendant ainsi qu'il résulte de ce que nous avons dit de l'équateur à chacun des deux bouts de l'œuf, en haut et en bas, formant ainsi deux piles, deux étages, également hauts.

Ces deux catégories de poils sont couverts d'une cuticule nette, colorée en violacé par le vert d'iode.

Le *parenchyme* sous-épidermique (cortical et péricyclique) comprend 7-8 assises entre les capuchons sclérifiés et 5-6 assises environ, de largeur radiale, au-dessus de la région de plus grande épaisseur de ceux-ci.

Le contour des *ailes* s'est effacé. Elles se sont fondues dans le périmètre de la coupe devenue, ici, presque parfaitement circulaire. Mais leur existence, en tant que région collenchymateuse, reste toujours affirmée. Là, l'épiderme, au lieu d'être formé d'éléments

allongés tangentiellement, de section rectangulaire, est constitué par des cellules de section subcarrée, de parois tangentielles intérieures et extérieures épaissies ; les extérieures, surtout, qui le sont notablement plus que chez les éléments épidermiques du reste du revêtement de la tige. Cet épiderme est doublé d'un hypoderme auquel succèdent vers l'intérieur de la tige, quatre bandes collenchymateuses, portions de quatre assises successives de parenchyme, bandes qui offrent des largeurs décroissantes. (Reportons-nous à la description donnée plus haut, de ce complexe pour la tige jeune.

Cylindre central. Les capuchons sclérifiés sont au nombre de 28-30. Les formations secondaires libéro-ligneuses s'étant bien établies, les capuchons de la structure primaire se sont épaissis, d'autres sont apparus dans le péricycle. Leur forme générale est méniscoïdale ou plan-convexe plus ou moins régulièrement (toujours avec convexité extérieurement tournée). L'épaisseur maximum atteint souvent 6-7-8 assises d'éléments, parfois cependant aussi 3-4 seulement. Le développement tangentiel est variable de l'un à l'autre : il y en a de très peu longs, à côté d'autres très étendus.

D'une manière générale, les éléments ont des parois beaucoup plus épaisses que dans la tige jeune (1). Beaucoup sont nettement fibreux, présentant une membrane très épaissie et une lumière très réduite. D'autres ont une paroi également épaisse, mais une lumière mieux développée et on observe, d'ailleurs, tous les intermédiaires entre ces deux types. Les contours de toutes ces cellules sclérifiées sont variables : subcarrés, subtrapézoïdaux, subpolygonaux, subtriangulaires, subelliptiques. Les calibres sont aussi très diversifiés ; il en est de relativement grands et de tout petits avec entre eux tous les intermédiaires.

Le *liber normal* forme un anneau continu. Les formations libéro-ligneuses secondaires sont en plein développement. Sous certains capuchons sclérifiés, la zone libérienne externe se montre infiltrée par des éléments fibreux, non mieux lignifiés que ceux du capuchon, de calibre très petit ; plus petit que ou au plus égal à celui des plus petits éléments dudit capuchon. Ils sont en nombre variable, jamais très grand, semble-t-il, et isolés.

(1) La lignification de la paroi reste toutefois, ici encore, toujours très médiocre la fixation du vert d'iode toujours peu marquée.

Bois. Le cambium est très distinct à la limite liber-bois. Vers l'intérieur de la tige, il a produit du bois secondaire très abondamment. L'épaisseur de l'anneau ligneux est devenue, ici, égale à la moitié du rayon de la coupe. Il offre, en coupe transversale, un aspect voisin de celui observé dans la tige âgée de *M. indica* All., avec des éléments vasculaires de contour rond (circulaire ou ovalaire) de calibres relativement grands, d'ailleurs variables, noyés dans une masse homogène d'éléments bien plus nombreux, bien plus petits, à parois plus épaissies, contour subpolygonal, parfois (mais peu fréquemment) subelliptique. Certains de ces derniers sont même très petits ; ils peuvent aussi avoir une lumière réduite, un aspect fibreux, mais bien entendu, la lignification de la membrane cellulaire, la fixation du vert d'iode par la paroi, est toujours forte dans tous les éléments du bois sans exception.

Outre les éléments vasculaires de grand calibre et les petites cellules à parois plus épaissies que nous venons de décrire, on trouve encore dans l'anneau ligneux les éléments des rayons médullaires. Ces derniers sont nombreux et comprennent 1-2-3 ou 4 assises de parenchyme lignifié. Ils partent soit du liber, soit de la limite ligno-médullaire. Le nombre des assises peut, d'ailleurs, varier le long d'un même rayon (passer de 3 à 2, puis à 1 assise, par exemple, etc). Certains rayons traversent tout l'anneau ligneux, et c'est de beaucoup le plus grand nombre ; quelques autres une partie seulement. La paroi cellulaire des éléments constitutifs est relativement mince, tout en étant toujours bien lignifiée ; souvent, lesdits éléments se montrent allongés radialement en coupe transversale.

Sont encore visibles à la limite ligno-médullaire de petites plages cellulosesques formées de forts petits éléments — faisant saillie du côté de la moelle, nettement, mais à un degré variable — et de développement très inégal, examinées en coupe transversale à un niveau déterminé.

Ces plages sont constituées par des éléments que leur ressemblance avec ceux du liber normal désigne comme *éléments cribreux anormaux ou internes*. Ils sont associés aux vaisseaux primaires du bois dont on observe les ornements spiralés, ils s'infilrent entre eux. Parfois, ils bordent la cavité d'une lacune plus ou moins développée. Ils ont une tendance, en s'immisçant entre les vaisseaux ligneux primaires, à remonter vers la périphérie.

Du côté de la moelle, ces éléments, dans les plus grosses plages, sont protégés vers le centre et sur les côtés par des massifs pointus vers l'axe de la tige, formés d'éléments à parois épaissies. Ces éléments ont, les uns (les plus voisins de la moelle, les plus périphériques des massifs, par conséquent), leur membrane cellulaire normalement lignifiée, les autres (plus intérieurs dans les massifs), ont la dite membrane faiblement ou pas du tout lignifiée.

Cette description convient, d'une manière exacte, seulement pour les massifs bien développés des plages relativement étendues ; pour les petites, ce système de protection est rudimentaire, présentant peu d'éléments parmi lesquels point ou presque pas d'éléments lignifiés.

La *moelle* est formée de grandes cellules, à parois minces et cellulosesques. La zone périphérique est constituée par des éléments de calibre environ moitié moindre que les autres. Tous ces éléments médullaires ont un contour presque exactement circulaire.

STRUCTURE DE LA RACINE

Nous avons examiné une racine jeune, à un stade de développement correspondant à celui de la racine jeune de *M. indica* All. déjà étudiée.

Les formations secondaires sont, d'ailleurs, déjà bien développées.

Un *liège* forme le revêtement externe ; il est né d'une assise génératrice subéro-phellodermique péricyclique qui a donné vers l'intérieur 3-4 assises de parenchyme phellodermique. Elle est, d'ailleurs, au début de son fonctionnement. Le phelloderme se superpose à la zone extérieure du liber. Ses cellules sont encore allongées tangentiellement, pour la plupart du moins (surtout près de l'assise génératrice), le tissu est encore en voie d'accroissement et de différenciation. Le liège a ses parois cellulaires déjà subérifiées, retenant nettement le vert d'iode. Il comprend 2-3 assises d'éléments à section rectangulaire, très allongée tangentiellement.

Le *liber* forme, par suite du développement des formations secondaires, un anneau continu. Comme dans la racine jeune de *M. indica* All, il comprend encore ;

a) Une zone externe ($2/3$ environ de la largeur de l'anneau libérien), très puissamment infiltrée d'éléments presque tous fibreux, de calibre très variable, mais presque toujours petit, de section presque toujours fortement aplatie, parois fort épaisses, lumière très réduite, membrane très faiblement lignifiée (très légère morsure du vert d'iode). L'aplatissement de la cellule fibreuse a lieu le plus souvent dans le sens radial, d'où allongement maximum de sa coupe transversale dans le sens tangentiel.

b) Une zone de liber compact, exempte de ces fibres, se trouve au contact immédiat de la masse ligneuse.

Le bois offre à un faible grossissement, en coupe transversale, le même aspect hétérogène que dans la racine jeune de *M. indica* All.

Il offre encore un grand nombre d'éléments vasculaires de calibre relativement très grand — d'ailleurs très variable d'un élément à l'autre (1), de forme très exactement circulaire ou légèrement ovoïde en section transversale. A un niveau déterminé, on trouve une centaine de ces grands vaisseaux ligneux : c'est parmi eux que se trouvent les plus forts calibres cellulaires de la coupe. Ils sont empaquetés dans des éléments ligneux incomparablement plus petits : cellules ligneuses à parois minces et bien lignifiées et fibres ligneuses réunies en petits massifs irréguliers, très variables d'importance et d'aspect. Ces fibres paraissent très sensiblement plus nombreuses que dans le bois de la jeune racine de *M. indica* All. Leurs parois sont épaissies fortement, leur calibre est tout petit et du même ordre de grandeur que celui des fibres du liber mou. A côté de certaines, qui, en section transversale, offrent une forme aplatie, il y en a d'autres qui présentent un contour sub-circulaire ou subpolygonal (alors que la très-grande majorité des fibres libériennes sont aplaties). De plus, si certaines ont une lumière restreinte comme les fibres libériennes, d'autres en ont une bien développée, les parois restant toujours épaisses. Enfin, la lignification est très sensiblement plus faible, dans les membranes cellulaires de ces fibres ligneuses, que dans celles des autres éléments du bois, quoiqu'un peu mieux marquée que dans la paroi des fibres libériennes.

(1) Le diamètre varie de 1 à 5-6,

En dernier lieu, à côté des éléments ligneux précédents, on trouve les éléments des rayons médullaires. Ils sont de parenchyme lignifié, à parois cellulaires minces et bien lignifiées; un assez grand nombre d'entre eux sont de section rectangulaire, allongée radialement, souvent beaucoup; d'autres, d'ailleurs, offrent une section à peu près carrée.

Ces rayons médullaires comprennent 1-2-3-4 assises de cellules partant de la limite ligno-libérienne (on peut même observer une demi-douzaine d'assises à certains niveaux). Le nombre des assises peut d'ailleurs diminuer de la périphérie au centre, le long d'un rayon déterminé (passer successivement par exemple de 3 à 2, puis à 1). Ils s'étendent sur une longueur variable, souvent jusqu'à la moitié tout au plus du bois, d'autres fois cependant, jusque tout près du centre.

Le bois occupe jusqu'au centre de la coupe. La surface circulaire qu'il couvre en coupe transversale se montre, dans les coupes observées, partagée en 4 secteurs sensiblement égaux, renfermant à peu près le même nombre de grands vaisseaux. Ce partage s'effectue par quatre bandes qui s'étendent jusqu'à une petite distance du centre de la coupe, bandes qui forment deux lignes se coupant en croix et qui ne renferment que des éléments de petit calibre (cellules ligneuses, fibres ligneuses, éléments de rayons médullaires). Leur largeur n'est d'ailleurs pas très grande. A un niveau déterminé, on en observera une, par exemple, présentant un rayon médullaire qui en occupe toute la largeur, avec 3 assises de parenchyme lignifié sur $1/3$ du rayon de la coupe, puis, un peu plus loin, ledit rayon n'aura successivement que deux, enfin une seule assise de large; le reste de la bande étant occupé par les autres éléments du bois (sauf les grands vaisseaux), surtout les fibres ligneuses. On peut donner cette constitution en type, en exemple, pour les autres bandes.

Il n'a pas été observé de tendance à la pénétration des éléments du liber normal dans les rayons médullaires ligneux, comme dans la jeune racine de *M. indica* All.

Le centre du bois est occupé par 4 massifs de bois primaire formés de petits vaisseaux ligneux groupés en 4 pointes triangulaires, offrant deux rangées, puis une, d'éléments (un nombre de 5 à environ une dizaine en tout desdits éléments observé dans chaque massif). Chaque massif correspond à une des bandes dont nous venons de

parler. Les quatre sont groupés à 90° de distance angulaire l'un de l'autre autour d'un vaisseau beaucoup plus gros, métaxylémique d'origine, situé juste au centre de la masse ligneuse totale et par suite de la coupe (1).

STRUCTURE DU PÉTIOLE COMMUN

Nous avons pu obtenir de bonnes coupes dans la moitié inférieure du pétiole, à quelque distance, d'ailleurs, du point d'attache sur la tige, et dans la moitié supérieure, vers la jonction des trois folioles.

La structure de l'organe est déjà bien différenciée, bien individualisée, dans ladite moitié inférieure.

La coupe a une forme trilobée, par suite de l'existence de trois sillons : un sillon médian supérieur et deux sillons latéraux pairs. Le premier est sensiblement plus accentué.

Le sillon médian supérieur rend concave la face supérieure de l'organe qui correspond naturellement, ici encore, à la face supérieure de la feuille.

Ici également, nous trouvons trois nervures correspondant à chacun des 3 lobes. La nervure médiane, coupée en deux moitiés symétriques, par le plan général de symétrie bilatérale de l'organe, offre, en coupe transversale, une forme de secteur circulaire, très régulier, ouvert à peu près exactement à 90° . La pointe bien nette dudit secteur est tournée vers la face supérieure. Les nervures latérales ont leurs plans de symétrie particuliers inclinés à peu près à 45° sur le plan général de symétrie bilatérale. Elles présentent la forme d'un segment de cercle semi-circulaire, à base non rectiligne, mais un peu convexe, un peu bombée du côté dudit plan général de symétrie.

L'épiderme est formé de cellules à section subcarrée. Les parois tangentielles intérieures et surtout extérieures sont épaissies; ces dernières sont aussi nettement cutinisées. Ces caractères sont plus accentués sur le contour du lobe médian.

Le parenchyme général se compose de cellules à parois minces et cellulósiques. La première assise sous l'épiderme a un caractère hypodermique, caractère plus marqué que partout ailleurs vers le contour

(1) L'individualité du bois primaire est bien moins aisément reconnaissable dans le bois total de la racine jeune de *M. indica* All.

du lobe médian (calibre des éléments du même ordre que celui des cellules épidermiques, parois un peu épaissies, surtout les tangentielles extérieures). Une demi-douzaine environ de cellules de la deuxième assise sous-épidermique, situées vers le passage du plan général de symétrie bilatérale, présentent aussi un caractère hypodermique (toujours, bien entendu, dans la région du lobe médian).

Les cellules conjonctives sont de calibre variable. Entre le bord du lobe médian et le capuchon sclérifié inférieur de la nervure médiane, elles offrent un calibre moyen, calibre notablement plus grand d'ailleurs que celui des cellules épidermiques. La largeur maximum du tissu dans cette région est de 6-7 assises, sans compter la première assise de caractère hypodermique, sans compter non plus une dernière assise, entourant une grande partie de la nervure médiane (et qui, d'ailleurs, existe aussi pour chacune des nervures latérales), qu'on peut considérer comme endodermique. Ladite dernière assise paraît bien différenciée des autres sur la plus grande partie du pourtour de la nervure (jusqu'aux raccords du bois avec le complexe cellulosique comprenant le liber interne). Elle est formée d'éléments dont la plus grande partie sont allongés tangentiellement, en section transversale, d'une manière fort marquée. Leur calibre est tout petit, souvent même plus petit que celui des éléments épidermiques.

Entre chaque surface épidermique et chaque capuchon sclérifié de la nervure correspondante, on trouve, dans chacun des deux lobes latéraux, 4-5 assises conjonctives, non compris, ici non plus, les assises hypodermique et endodermique (nous avons signalé tout à l'heure, en effet, l'existence d'une assise de caractère endodermique encerclant les trois nervures, les latérales comme les médianes sur la plus grande partie du pourtour, soit entre les deux raccords du bois avec le complexe contenant les éléments cribreux internes. Les dites assises de parenchyme se montrent formées d'éléments de tout petit calibre, comparés aux autres éléments conjonctifs. Ce calibre est du même ordre de grandeur que celui des cellules épidermiques.

Nervure médiane. La nervure débute encore inférieurement par un capuchon sclérifié protecteur du liber normal. Il offre une largeur maximum de 4 assises d'éléments, une forme méniscoïdale, avec

concavité enserrant le liber normal. Sa convexité regarde du côté inférieur de l'organe. Aux niveaux examinés, on peut observer qu'une huitaine d'éléments de son assise immédiatement en contact avec le liber sont restés minces et cellulósiques, en parfaite continuité de calibre et de position, d'ailleurs, avec les autres.

Sur une coupe déterminée, on peut compter, par exemple, 70 éléments lignifiés dans ledit capuchon sclérifié inférieur.

Ces derniers sont de petit et moyen calibre pour la plupart. Ceux de grand calibre sont moins nombreux. A un niveau déterminé, on peut en observer un seul même, de grande dimension, tenant non loin du bord toute la largeur du capuchon qui est, ici, de 3 assises d'éléments moyens.

Tous ces éléments lignifiés ont une paroi bien épaissie, mais une lumière nette, proportionnellement large. Leur lignification est nette et bien caractérisée; elle est cependant sensiblement moins marquée que pour les éléments du bois, d'après le critérium de la fixation du vert d'iode par leur paroi.

Leur contour est subtriangulaire, subquadrilatère, subpolygonal. Ils sont très rarement aplatis d'une manière marquée.

En somme, ils forment, par leur ensemble, du sclérenchyme bien caractérisé.

Le *liber normal* offre une largeur à peu près constante, une forme de bande rectangulaire incurvée. Il est un peu plus étroit que l'épaisseur maximum du capuchon. Le bois offre une disposition en éventail de files radiales. Les éléments ligno-vasculaires sont de calibre variable, mais souvent relativement fort grand, égalant les plus grands éléments du capuchon sclérifié inférieur, en section transversale. On peut compter, par exemple, 66 éléments ligneux à un niveau déterminé.

Une plage cellulósique, vers la pointe du bois, forme un amas subtriangulaire, avec allongement maximum selon la trace du plan général de symétrie bilatéral. Elle comprend des éléments de tissu parenchymateux — dont plusieurs de caractère même collenchymateux — de tout petit calibre, situés vers la périphérie. Tout contre le bois, ils passent à des éléments de *liber interne* qui s'infiltrèrent entre les files radiales.

Un capuchon sclérifié, du côté supérieur, entoure ce petit paquet cellulósique (compté 25 éléments constitutifs à un niveau déterminé).

Il a une forme de V à concavité, regardant du côté inférieur et quelque peu comblée vers la pointe. Tous ses éléments n'ont pas le même calibre. Les uns ont un calibre comparable à celui d'un élément moyen du capuchon inférieur, d'autres sont de dimensions beaucoup plus restreintes. La lignification des parois paraît être à peu près au même stade que chez les membranes cellulaires du capuchon en question. Les deux pointes du V lignifié ne se raccordent pas tout à fait au bois : elles sont séparées de celui-ci par des éléments restés cellulotiques, de telle sorte que le complexe contenant le liber interne n'est pas tout à fait entièrement enclavé entre des éléments lignifiés.

NERVURES LATÉRALES : Le capuchon protecteur du liber normal est semblable de forme à celui de la nervure médiane. A un niveau déterminé, on y pourra compter, par exemple, pour chaque nervure latérale, une cinquantaine d'éléments. Les parois cellulaires sont encore épaissies sensiblement et lignifiées au même degré que dans le capuchon homologue de la nervure médiane. Quelques éléments sont de grand calibre, mais la plupart sont de moyenne ou petite section. Par restriction de la lumière, un petit nombre peut offrir un aspect tendant vers la fibre en coupe transversale. Le contour, outre les formes décrites à propos du capuchon homologue de la nervure médiane, peut, chez un certain nombre, se montrer plus ou moins aplati et subelliptique. L'épaisseur maximum des capuchons protecteurs du liber normal des nervures latérales est de 3-4 assises d'éléments.

Le *liber normal* constitue une bande de même forme que le liber normal de la nervure médiane, et à peu près de même largeur ; donc il est proportionnellement plus développé par rapport au bois.

Le *bois*, proportionnellement moins abondant que dans la nervure médiane, comptera, par exemple, à un niveau déterminé, 25 et 30 éléments dans chaque nervure latérale. Le calibre des vaisseaux reste sensiblement en dessous du calibre des plus grands vaisseaux du bois de ladite nervure médiane. Les éléments sont groupés assez régulièrement en éventails de petites files radiales, présentant, au maximum (vers la trace du plan de symétrie particulier à la nervure), 4-5 d'entre eux.

Une petite plage cellulosique, sensiblement plus restreinte que son homologue de la nervure médiane, comprend du *liber interne* tout contre le bois ; les éléments cribreux tendant encore à s'infiltrer entre les files radiales du bois. Cette petite plage se trouve également encore du côté du bois opposé au liber normal. Elle est coiffée, à l'opposé du bois, du côté du plan général de symétrie bilatérale, d'un petit capuchon protecteur, réduit à une bande de 6 à 9 éléments, qui sont de tout petit calibre, et à parois un peu épaissies et très faiblement lignifiées (morsure très peu marquée du vert d'iode). Ladite bande est étendue à peu près perpendiculairement, en coupe transversale, à la trace du plan de symétrie particulier au faisceau.

A un niveau plus élevé, la forme trilobée de la coupe s'est encore accentuée. (Nous sommes ici plus rapprochés de la trifurcation trifoliolaire). Les deux sillons pairs se sont creusés, approfondis ; ils sont aussi marqués que le sillon médian supérieur. Les deux ailes latérales sont, en conséquence, bien individualisées, bien détachées.

La description des coupes n'offre rien de nouveau à signaler quant au parenchyme et aux nervures. On peut relever la présence de *poils épidermiques* ainsi constitués :

a) Une basale, étroite, allongée radialement, encastrée par la base entre les cellules épidermiques et dépassant un peu en hauteur la surface de l'épiderme.

b) A la suite de celle-ci, une cellule curieusement renflée en tonnelet, d'une manière très accentuée dans le sens tangentiel.

c) Une cellule à section carrée ou rectangulaire avec parois radiales pouvant se montrer plus ou moins incurvées, déprimées vers le dedans, offrir, par conséquent, en coupe sagittale, une concavité externe.

d) Enfin, une tête tantôt allongée dans le sens radial, à section sagittale presque rectangulaire, formée d'une demi-douzaine de cellules disposées en deux étages d'égale hauteur ; tantôt sphérique, globuleuse, également polycellulaire, avec encore une demi-douzaine d'éléments.

STRUCTURE DU PÉTIOLULE DE LA FOLIOLE MÉDIANE

Nous avons pu examiner la structure du pétiole de la foliole médiane à partir de la base (région du renflement moteur).

1) Dans la partie tout à fait inférieure, le pétiole offre, en coupe transversale, un contour pentagonal, comme le même organe de *M. indica* All. Le pentagone dessiné est à peu près régulier et ses sommets très arrondis, du moins ceux raccordant les trois côtés correspondant à la face inférieure de la foliole entre eux. Les deux raccords du côté correspondant à la face supérieure avec les côtés adjacents sont plus nets, plus aigus. Seulement, ledit côté n'est que très faiblement déprimé : il correspond à une face supérieure à peine creusée, à concavité très peu marquée vers l'extérieur.

L'épiderme est formé de cellules à parois tangentielles, surtout les extérieures, fortement épaissies. Ces dernières offrent une cuticule bien nette qui fixe le vert d'iode. Les dites cellules ont une section subcarrée.

Le parenchyme général est formé de cellules de calibre relativement grand (il comprend les plus grands éléments de la coupe), à parois minces et celluloses. La dernière assise entourant le cylindre central, par sa disposition bien régulière, le calibre beaucoup plus petit de ses éléments, souvent plus ou moins allongés tangentiellement, offre un caractère endodermique.

Le cylindre central, comme aux niveaux de la base du pétiole de *M. indica* All., est encore unique.

Le bois offre, ici aussi, une forme de croissant concave supérieurement (compté 130 éléments ligneux à un niveau déterminé). Il est formé de files radiales composées de 3 à 7-8 éléments, disposées régulièrement à droite et à gauche du plan général de symétrie bilatéral.

A un niveau tout à fait inférieur, quatre petits groupes d'éléments ligneux, situés à une petite distance les uns des autres (ces groupes n'ont d'ailleurs pas une forme bien régulière) et ceux situés à droite et à gauche étant eux-mêmes à une petite distance des cornes latérales du croissant ligneux -- ces quatre petits groupes ligneux, disons-nous, tendent à fermer partiellement du côté supé-

rieur la concavité du croissant, à enclaver la plage de tissu cellulosique enserrée par cette concavité.

A un niveau légèrement plus élevé, les groupes en question sont refoulés un peu plus à droite et à gauche, les deux du milieu qui s'étaient précédemment placés tout près de la trace du plan de symétrie bilatérale, s'écartent un peu de ladite trace.

Le bord concave du croissant ligneux enserre un complexe constitué comme dans la région correspondante du pétiole de *M. indica* All. Contre le bois, on trouve des *éléments libériens internes* s'infiltrant entre les files ligneuses, présentant même 3-4 raccords anastomotiques avec le liber normal. Ces éléments sont associés à des éléments collenchymateux de calibre plus grand, bien que restant encore réduit, qui les recouvrent supérieurement et périphériquement.

Le *liber normal* forme un anneau à peu près continu ; les groupes ligneux, dont nous venons de parler, doivent être, en effet, recouverts d'éléments cribreux *normaux*, du côté de la face *supérieure* de l'organe.

L'anneau libérien, il est juste de le dire, est d'ailleurs considérablement aminci dudit côté supérieur. Sur tout son pourtour, on peut noter des éléments disposés en bordure, à parois quelque peu épaissies, calibre notablement inférieur à celui des cellules du conjonctif, membrane d'ailleurs cellulosique.

On voit, en somme, que nous avons là une structure de transition avec la structure-tige.

II) A des niveaux plus élevés, la coupe a une forme cordiforme très bien indiquée ; la pointe du cœur est bien marquée, aigüe ou très peu arrondie. La face supérieure s'est déjà notablement creusée ; le contour supérieur est donc devenu concave vers l'extérieur.

L'*épiderme* et le *parenchyme général* offrent le même aspect, les mêmes caractères qu'aux niveaux précédents.

La *nervure médiane* a une forme, en coupe transversale, de secteur circulaire ouvert à environ 60°. Sa pointe dirigée supérieurement est arrondie, émoussée. A un niveau déterminé, on peut par exemple compter, dans le *bois*, 66 éléments ligneux. Ils sont disposés en files radiales, bien régulières, recouverts du côté inférieur par le *liber normal* (celui-ci représente 1/4, 1/5 environ de la largeur

maximum du bois, et enfin par un *capuchon sclérifié* méniscoïdal, enserrant le liber dans sa concavité. Ledit capuchon est formé d'éléments (une vingtaine à vingt-cinq éléments), à parois épaissies assez sensiblement, moyennement lignifiées. Quelques-uns, au voisinage du liber, peuvent présenter une membrane demeurée cellulosique (fixation du carmin). La plupart des éléments du capuchon sont de grand calibre ; pour tous, la lumière reste bien développée : il s'agit donc de *sclérenchyme*.

Il n'est pas indiqué de capuchon sclérifié supérieur.

On trouve, du côté supérieur du bois, seulement, un tissu en forme de segment de cercle, avec convexité tournée supérieurement et formé d'éléments collenchymateux de calibre variable, mais petits (beaucoup plus que les cellules du conjonctif assurément — les plus grands étant groupés à la périphérie du segment), accompagnés d'éléments situés vers l'intérieur du complexe, tout contre le bois. Ces derniers ont un aspect analogue à ceux du liber normal, représentant ainsi du *liber interne* ; ils ont une forte tendance à s'infiltrer entre les files radiales du bois.

Les *nervures latérales* ont, en coupe transversale, une forme ovoïde plus ou moins marquée, le petit bout regardant vers l'intérieur de la coupe. Elles sont disposées de telle sorte que leur plan de symétrie particulier soit perpendiculaire au plan général de symétrie bilatérale de l'organe, qui est aussi celui de la *nervure médiane*.

Les capuchons sclérifiés protecteurs du liber normal sont formés d'éléments à parois plus épaisses que chez celui de la *nervure médiane*. La lumière peut même se restreindre beaucoup et l'aspect devenir fibreux, pour quelques-uns. Le calibre cellulaire est généralement inférieur aux calibres rencontrés dans les éléments du capuchon médian. La lignification des membranes est assez forte, elle semble plus accentuée que dans ce dernier (critérium : morsure du vert d'iode), restant toutefois inférieure à celle des éléments du bois (1).

Le *liber normal*, se montrant égal ou même plus large en valeur absolue que celui de la *nervure médiane*, est proportionnellement

(1) A un niveau déterminé, on comptera par exemple 27 et 28 éléments lignifiés, respectivement dans les capuchons des *nervures latérales*, proportionnellement donc plus importants par rapport au bois que le capuchon de la *nervure médiane*.

plus développé. Il représente une bande offrant $1/2$, $1/3$ de l'épaisseur maximum du bois.

Le *bois* offre moins d'éléments ligneux que celui de la nervure médiane. A un niveau déterminé, il compte, par exemple, 26 et 48 éléments ligneux pour chaque nervure latérale respective. Ces éléments n'atteignent pas le même calibre que les plus grands éléments du bois de la nervure médiane. Ils offrent encore une disposition assez bien régulière en éventail de files radiales.

III) A des niveaux supérieurs encore aux précédents, la coupe transversale a pris une forme trilobée, comme dans le pétiole, avec trois sillons bien marqués, bien visibles : l'un impair ou médian et les deux autres pairs ou latéraux.

Les nervures latérales sont disposées au milieu des ailes latérales et de telle sorte que leurs plans de symétrie particuliers fassent un angle de 45° , avec le plan général de symétrie bilatérale.

Rien de particulier à signaler pour l'épiderme et le conjonctif général.

Le *capuchon sclérifié inférieur de la nervure médiane* offre un assez grand nombre (une douzaine) d'éléments, dans sa dernière assise, en contact avec le liber, qui sont restés à parois minces et cellulósiques.

On peut faire une observation analogue sur les capuchons homologues des nervures latérales. Il est apparu de plus, chez la nervure médiane, un capuchon sclérifié *supérieur*, recouvrant le complexe qui comprend les éléments libériens internes. Ledit capuchon supérieur comprend une quinzaine d'éléments disposés, en coupe transversale, en une bande subrectangulaire, de longueur tangentielle coupée en deux moitiés symétriques par la trace du plan général de symétrie bilatérale. L'aspect et le calibre cellulaires sont, en général, semblables à ceux du capuchon inférieur, mais les parois sont assez sensiblement plus épaisses.

C'est entre ces deux capuchons que se trouvent encore un tissu cellulósique comprenant : 1° supérieurement et périphériquement, des éléments petits, collenchymateux ; 2° intérieurement, tout contre le bois des éléments encore plus petits, *libériens internes*.

Un complexe, analogue, mais plus rudimentaire, se retrouve encore dans les nervures latérales, en positions homologues. Mais

dans lesdites nervures, il n'est pas différencié de capuchon correspondant au capuchon supérieur médian.

IV) Tout à fait à la partie supérieure, dans la coupe transversale de l'organe, les ailes latérales s'allongent, le lobe médian s'arrondit et s'aplatit ; on est presque arrivé à la foliole elle-même, dont nous avons ainsi presque la forme de section transversale.

Le *liber interne* apparaît plus abondant à la pointe du bois des nervures latérales. La nervure médiane commence à se dédoubler et les deux tronçons montrent encore un complexe collenchymateux et libérien du côté supérieur, avec éléments cribreux internes situés contre le bois et s'infiltrant d'une manière marquée entre les files ligneuses (une anastomose avec le liber normal peut même être observée), lesdits éléments cribreux étant recouverts supérieurement et périphériquement par les éléments collenchymateux.

Le *capuchon sclérifié supérieur* tend à disparaître (il ne reste plus que 4-6 éléments presque tous très petits, isolés, encore lignifiés à quelque distance du côté supérieur du complexe : collenchyme + liber interne et séparé de lui par 3-4 assises conjonctives).

STRUCTURE DE L'AXE D'INFLORESCENCE

La coupe transversale de l'axe d'inflorescence offre ici une forme d'*hexagone* étoilé dont deux ailes, diamétralement opposées, environ deux fois plus allongées que les autres. On se rappelle que la section transversale du même organe, chez *M. indica* All., avait une forme dérivée du pentagone étoilé.

L'*épiderme* est formé de cellules à section subcarrée ou légèrement subrectangulaire avec faible allongement tangentiel. De place en place, on trouve quelques cellules ostiolaires de stomates, parmi les cellules épidermiques ordinaires. La paroi tangentielle extérieure de ces dernières est notablement épaissie, mais plus encore dans la région des ailes que partout ailleurs. La paroi tangentielle intérieure est aussi épaissie, mais à un degré moindre.

Ça et là, on voit des *poils formés* d'une basale, enclavée entre les cellules épidermiques, d'une cellule surmontante de section subcarrée avec côtés radiaux bombés convexement vers l'extérieur, d'une

troisième cellule reposant sur la deuxième, de section subrectangulaire et allongée radialement ; enfin, d'une tête très allongée, à section sagittale, subelliptique, de grand axe radial. La plus grande largeur de cette tête dépasse de peu la largeur des cellules du pied. Nous avons là un complexe polycellulaire d'une demi-douzaine d'éléments.

La première assise conjonctive sous-épidermique n'offre de caractères hypodermiques sensibles (calibre voisin de celui de l'épiderme, parois quelque peu épaissies, les tangentielles extérieures surtout) que dans les régions des ailes.

Le *parenchyme sous-épidermique* est formé de cellules de calibre notablement plus grand que celui des éléments de l'épiderme, de parois très minces et celluloses. Son épaisseur (tissu cortical et périecyclique en continuité) représente 3 à 6 largeurs d'éléments conjonctifs.

CYLINDRE CENTRAL : Il offre, ici encore, la structure primaire.

En coupe transversale, on peut compter douze faisceaux libéro-ligneux, un correspondant à chaque aile et un vers le milieu de l'intervalle de deux faisceaux alaires. Ils sont bien individualisés, régulièrement espacés.

Des *capuchons sclérifiés*, périecycliques, leur sont encore associés. Ils ont une section méniscoïdale assez régulière, ou encore, plan convexe. Les éléments constitutifs sont, dans l'ensemble, assez semblables en nombre moyen et aspect général à ceux du tissu homologue de l'axe d'inflorescence de *M. indica* All. Leurs parois sont épaissies, leur lumière est plus ou moins réduite ; les uns ont un caractère fibreux, d'autres, seulement sclérenchymateux. La lignification des parois est très faible, la morsure du vert d'iode sur elles, très légère. Le contour desdits éléments est, en coupe transversale, fort variable ; tantôt subtriangulaire, subquadrilatéral ou subelliptique ; dans ce dernier cas, l'aplatissement est plus ou moins marqué, souvent même beaucoup.

Comme dans le même organe de *M. indica* All., les capuchons sclérifiés des deux grandes ailes offrent une forme de section très fermée, beaucoup plus que ceux des régions intermédiaires. Le croissant tend ici vers une forme de V à pointe plus ou moins

arrondie, et dont la concavité, bien entendu, regarde encore vers l'intérieur de la coupe.

Pour *le bois*, la description de la composition, de l'aspect général des faisceaux ligneux étant à peu près la même que chez l'axe d'inflorescence de *M. indica* All., il n'y a pas lieu de s'étendre sur ce sujet. Là encore, les éléments du bois, disposés en files radiales régulières, en coupe transversale, attestent l'individualité des faisceaux, malgré le parenchyme lignifié séparateur des rayons médullaires primaires. On peut observer par faisceau 3-4 à 7-8 files radiales comprenant de 3 à une demi-douzaine d'éléments. Du métaxylème est venu, d'ailleurs, s'ajouter au bois primaire se différenciant en courbes, marchant obliquement vers le liber primaire, formant des arceaux plus ou moins pointus, à convexité regardant vers le centre de la coupe, arceaux souvent complets, parfois aussi cependant lacunaires.

Entre ce métaxylème en arceaux complets — ou en arceaux lacunaires, complété par les éléments médullaires — et le bois primaire, on retrouve encore des plages cellulósiques, d'étendue fort variable. Mais ici, les éléments cribreux internes, analogues à ceux du liber, se montrent souvent plus abondants, voire même en majorité. Il y aurait donc un *liber interne* appréciable. Lesdites plages cellulósiques peuvent être d'ailleurs, en partie, lacunaires. Sur une coupe transversale, à un niveau déterminé, il peut se trouver que certains faisceaux en soient dépourvus (par exemple 3), mais le plus grand nombre en possèdent.

Le *liber normal*, immédiatement au contact de la concavité du capuchon sclérifié, est distribué en douze petites bandes incurvées ou faisceaux libériens bien distincts, bien séparés, par des travées de parenchyme péricyclique, les uns des autres.

La *moelle* est formée comme dans l'axe d'inflorescence de *M. indica* All., de cellules montrant, en coupe transversale, un contour presque exactement circulaire. Leur taille est encore très grande, en section transversale, surtout vers le centre du tissu médullaire.

Vers la périphérie de celui-ci, le calibre tout en restant encore grand diminue. Les éléments dudit tissu sont les plus grands, ici également, de toute la coupe (certains, en section transversale, occupent l'étendue d'un faisceau libéro-ligneux !)

Mais ici, le parenchyme de la moelle proprement dite a ses parois cellulaires qui sont restées minces, non point lignifiées, mais demeurées cellulosiques. Dans la double coloration des tissus au carmino-vert, c'est le carmin, non le vert d'iode qu'ont fixé lesdites parois.

Dans les rayons médullaires primaires, le tissu médullaire a poussé encore des pointes de parenchyme qui est ici lignifié, quoique le paraissant un peu moins que les éléments du bois (critérium : fixation du vert d'iode). Ces avancées offrent 2-4 assises de largeur tangentielle. Leurs éléments constitutifs ont un calibre notablement plus réduit que ceux de la moelle, sensiblement plus grand encore que ceux du bois. Elles arrivent à la limite ligno-libérienne, d'où la coupe présentera un anneau lignifié, de forme voisine d'un hexagone régulier.

Melilotus italica Lamk.

(Espèce annuelle).

STRUCTURE DE LA TIGE JEUNE

La coupe a la forme approximative d'un heptagone étoilé dont une pointe est beaucoup plus développée, plus allongée que les autres. Les sept pointements sont, d'ailleurs, fortement émoussés-arrondis.

L'épiderme, dans l'intervalle des sept ailes, est formé de cellules subrectangulaires, allongées tangentiellement, à parois tangentielles extérieures, épaissies notablement et cutinisées.

Dans les ailes, ses éléments constitutifs ont une section subcarrée ou même subrectangulaire avec un léger allongement radial. Leur paroi tangentielle extérieure est encore, très sensiblement, plus épaissie que dans les intervalles inter-alaires (elle atteint là le double de l'épaisseur observée dans les dits intervalles). Leur paroi tangentielle intérieure est également épaissie mais à un degré beaucoup moindre.

Le *conjonctif sous-épidermique* est formé de 4-7 assises de cellules parenchymateuses, à parois très minces et cellulósiques, de calibre fort variable ; plus grand, égal ou même inférieur à celui des cellules épidermiques. La première assise sous-épidermique n'offre pas de caractères hypodermiques sensibles entre les ailes. Dans les ailes, ladite assise est au contraire très nettement hypodermique : ses parois cellulaires tangentiellés extérieures et intérieures sont notablement épaissies ; sa section, son calibre, son aspect sont voisins de ceux des cellules épidermiques, et, en dessous d'elle, on trouve deux assises également collenchymateuses, sur une étendue tangentielle décroissant de l'une à l'autre vers l'intérieur.

CYLINDRE CENTRAL : Nous observons, dans l'organe étudié, le commencement des formations secondaires. A un niveau déterminé, on pourra identifier, d'une manière à peu près certaine, 8 faisceaux de la structure primaire libéro-ligneuse, 7 correspondant aux ailes, un huitième à un intervalle inter-alalaire.

Des *capuchons sclérifiés péricycliques* recouvrent encore ces faisceaux ; ils ont une forme en croissant plus ou moins régulière. Leurs éléments sont à parois plus ou moins épaissies, mais le plus souvent à un degré médiocre. Leur lignification se révèle faible par le vert d'iode : les parois cellulaires ont un contour subpolygonal, en section transversale, ou subelliptique et aplati d'une façon marquée.

Dans les rayons médullaires primaires, une assise génératrice libéro-ligneuse commençant à fonctionner, il se différencie graduellement des groupes libériens et des groupes ligneux, respectivement vers l'extérieur et vers l'intérieur, d'origine secondaire (1).

On a donc un anneau de tissu lignifié dont le contour est parallèle à celui de l'épiderme, dans la coupe transversale, en reproduisant à peu près exactement ses 7 sinuosités.

Cet anneau est formé, en définitive : 1° par les faisceaux du bois primaire complétés vers leur pointe intérieure par des éléments métaxylémiques ; 2° dans les rayons médullaires primaires par du métaxylème, du bois secondaire et des éléments de parenchyme lignifié appartenant proprement au tissu médullaire.

(1) Et de même, dans le péricycle, des bandes tangentiellés plus ou moins régulières d'éléments semblables à ceux des capuchons se différencient aussi.

La *moelle* est formée, dans sa plus grande partie qui est la zone centrale, de très grandes cellules à parois minces et cellulósiques.

Sa zone périphérique est formée d'éléments de parenchyme lignifié, à parois plus épaisses, calibre plus petit que ceux des cellules de la zone centrale. La lignification de la membrane n'est pas inférieure (criterium : vert d'iode) à celle qu'on rencontre dans les éléments du bois.

Dans les rayons médullaires primaires, on retrouve d'ailleurs les mêmes éléments de parenchyme lignifié.

Dans presque tous les faisceaux primaires (7 sur 8 au niveau observé) on observe encore, à leur partie interne, de petites plages de tissu cellulósique. Elles se trouvent exactement situées d'une part entre le bois primaire et le métaxylème ou entre le bois primaire et les éléments métaxylémiques, plus des éléments de parenchyme lignifié médullaire (Le métaxylème s'est différencié, en effet, en lignes courbes, remontant obliquement vers le liber, qui peuvent, partant de la pointe, former arceau complet, ici encore, ou présenter des solutions de continuité où se trouve alors du parenchyme lignifié médullaire). Lesdites plages cellulósiques sont essentiellement constituées par du parenchyme formé de tout petits éléments. On y trouve parfois quelques éléments d'aspect semblable à celui des éléments libériens normaux, mais point d'une façon constante ; il y aurait exagération à parler de liber interne constant (1).

STRUCTURE D'UNE TIGE AGÉE

Une *assise génératrice subéro-phellodermique* commence à fonctionner dans le tissu cortical, en profondeur (2^e-3^e assise), préparant l'exfoliation des assises sus-jacentes de parenchyme et de l'épiderme. Elle n'est en fonctionnement encore visible que sur une portion plus ou moins grande du pourtour, variable d'ailleurs selon les différents niveaux. Là, on voit des cellules à parois très minces, à section rectangulaire très allongée tangentiellement ; cellules en voie de cloisonnement radial marqué. Le *liège* commence à se différencier, à se

(1) A un certain niveau, il a pu être observé que le parenchyme de la zone périphérique médullaire n'était pas encore lignifié au voisinage du faisceau de la grande aile, à part 3 ou 4 éléments. Le tissu de la plage formé de toutes petites cellules était en connexion avec le tissu périmédullaire encore cellulósique, mais formé de beaucoup plus larges éléments.

subérifier extérieurement (sa membrane commence à fixer le vert d'iode). Il se fait déjà aussi quelque peu de *phelloderme* vers l'intérieur qui se superpose au tissu cortical plus profond et au péricycle.

Les *ailles* s'effacent en grande partie, ne se traduisent plus que par de légers soulèvements, peu ou à peine marqués. Mais cependant on y retrouve l'épiderme à cellules de section subcarrée et plus épaissies de parois qu' partout ailleurs. (Entre ces régions, l'épiderme est encore formé d'éléments à section rectangulaire et allongement tangentiel très marqué, la paroi tangentielle extérieure étant encore épaissie, mais moins. Partout la cuticule est bien nette). Enfin sous l'épiderme, on rencontre encore l'hypoderme collenchymateux et les deux portions d'assises sous-jacente qui le sont aussi, quoiqu'à un degré sensiblement moindre.

Les formations secondaires libéro-ligneuses sont ici beaucoup mieux développées. Le liber primaire a été refoulé par l'assise génératrice libéro-ligneuse.

On retrouve les *capuchons sclérifiés*, fragmentés sous forme de groupes irréguliers (ainsi que les éléments correspondants sclérifiés qui se sont différenciés pour recouvrir le liber secondaire). Le tout est groupé en forme d'anneau discontinu, sur la coupe transversale.

Ici les éléments possèdent une paroi qui s'est épaissie considérablement, la grande majorité a un aspect très fibreux, une lumière très restreinte. La lignification reste toujours très médiocre.

Sous le liber primaire, il s'est différencié du *liber secondaire* dont la zone externe s'est infiltrée d'éléments fibreux. Beaucoup de ceux-ci sont sensiblement plus petits que les éléments sub-libériens : très souvent leur contour se montre subelliptique, aplati et couché tangentiellement dans la coupe transversale. Ils forment un deuxième anneau fragmentaire, concentrique au premier signalé plus haut et situé à une petite distance du dit premier.

Le *bois* a une largeur égale environ aux $\frac{4}{5}$ du rayon de la coupe. Il est formé d'éléments vasculaires de calibre relativement grand, d'ailleurs très variable des uns aux autres, tantôt isolés, tantôt groupés en petites traînées radiales pouvant compter jusqu'à une demi-douzaine d'éléments. Lesdits éléments sont noyés dans une trame d'autres beaucoup plus petits de calibre : cellules ligneuses et éléments de soutien à parois épaissies d'une manière sensible (mais la lumière reste le plus souvent bien développée).

Tous les éléments ligneux ont une membrane cellulaire fortement lignifiée qui fixe bien le vert d'iode.

Enfin on observe aussi, traversant radialement la masse ligneuse, des *rayons médullaires* formés de 1-2-3 assises de cellules ; la plupart traversent tout le bois. La section de leurs éléments constitutifs est souvent subrectangulaire avec allongement maximum radial, parfois aussi cependant subcarrée. La paroi cellulaire est relativement mince et bien lignifiée.

STRUCTURE DE LA RACINE

Nous avons étudié une racine principale, à un âge relativement jeune ; les formations secondaires étant déjà cependant bien développées.

L'*assise génératrice subéro-phellodermique*, née dans le péricycle, a fonctionné donnant naissance extérieurement à un revêtement périphérique de liège, constitué par 3-4 assises de cellules rectangulaires de section, et allongées tangentiellement, à parois minces, subérifiées nettement, prenant bien le vert d'iode.

Ce liège a exfolié les tissus corticaux sus-jacents. Cependant il en reste encore quelques lambeaux plus ou moins adhérents à la tige à certains niveaux, formés de 5-6 assises de cellules à parois minces et cellulósiques, de fort grand calibre, plus ou moins aplaties déjà et desséchées.

Une mince bande de *phelloderme* (1 à 3 assises) a été constituée intérieurement, s'appliquant contre l'anneau libérien.

Le *liber* est caractérisé par une zone externe, occupant les $\frac{2}{3}$ de la largeur de l'anneau cribreux, extrêmement riche en éléments fibreux (c'est l'infiltration la plus puissante observée depuis le commencement de cette étude sur la racine de *Melilotus*, d'éléments fibreux dans le liber secondaire radical). Lesdits éléments sont tout petits de calibre et offrent, en coupe transversale, une section très souvent aplatie, d'une manière fort marquée (1). La membrane cellulaire est faiblement lignifiée.

(1) Le liber compact, exempt de fibres, qui forme la couche la plus interne, directement située au contact du bois, occupe donc $\frac{1}{3}$ environ de la largeur de l'anneau libérien.

Le contour général de la coupe est tantôt elliptique, tantôt à peu près circulaire. Celui du *bois* lui étant à peu près parallèle offre donc les mêmes formes. La largeur de la masse ligneuse, qui s'étend jusqu'au centre, est d'environ les $\frac{4}{5}$ du rayon de la coupe. Ladite masse, en section transversale, montre un chiffre assez élevé (de l'ordre d'une centaine) d'éléments vasculaires, de calibre relativement fort grand, d'ailleurs très variable des uns aux autres, de forme ovoïde ou circulaire.

Ces éléments sont accompagnés de cellules ligneuses de beaucoup plus faible calibre, mais de parois également bien lignifiées, fixant fortement le vert d'iode. Enfin le tout est empaqueté dans un agrégat très serré de fibres très nombreuses de parois épaisses, de lumière réduite. La membrane cellulaire desdites fibres est, au contraire de celle des autres éléments ligneux, *fort peu lignifiée*, à peine mieux que celle des fibres libériennes. Le contour de la section transversale est tantôt subelliptique et aplati, tantôt subcirculaire ou subpolygonal. Enfin, dans l'ensemble, le calibre est sensiblement plus restreint encore que celui des fibres de la zone extérieure du liber.

Le *bois primaire* est visible au centre de la coupe : il forme quatre massifs subtriangulaires, distants angulairement de 90° , à pointe dirigée vers l'extérieur, accolés par leur base à un vaisseau métaxylémique, de calibre très sensiblement plus grand que celui des éléments ligno-vasculaires primaires, qui est bien entendu tout petit.

On voit donc que nous avons encore un bois radical très hétérogène d'aspect et de composition.

A ces 4 massifs de bois primaire disposés en croix correspondent, dans le bois secondaire, 4 bandes comprenant des éléments de rayon médullaire et des fibres, mais point d'éléments vasculaires. Ces bandes sont, elles aussi, à peu près disposées dans deux directions perpendiculaires dans la coupe transversale. (Il s'ensuit donc que le bois apparaît partagé en 4 secteurs, d'étendue à peu près équivalente, en section transversale).

Leur composition, variable d'ailleurs aux différents niveaux, est intéressante. Choisissons quelques exemples.

A) A un certain niveau, on observe la disposition suivante :

a) Un rayon médullaire offre une assise de parenchyme lignifié sur l'un des côtés d'une bande qui coïncide avec le grand axe de la masse ligneuse laquelle offre une forme elliptique (et par suite, également le contour de la coupe). Ce parenchyme lignifié est bordé, du côté de l'intérieur de la bande, par une zone formée de fibres. Enfin, du côté de la bande opposé au premier rayon médullaire, on en trouve un second qui comprend périphériquement deux assises de large de parenchyme lignifié et, en descendant vers le centre, passe bientôt à une seule. Tous deux s'arrêtent à faible distance du centre : le premier arrive même presque jusqu'à la pointe du massif primaire ligneux correspondant à la bande.

b) La bande suivante, angulairement distante de 90° de la précédente, correspondant donc à un petit axe de la surface elliptique ligneuse, est formée d'un large rayon médullaire, offrant successivement, de la périphérie vers le centre, 4, puis 3, puis 2, puis 1 largeur d'éléments de parenchyme lignifié, se terminant en pointe, presque au contact du sommet du massif ligneux primaire correspondant à la bande en question.

c) La bande suivante — en tournant toujours dans le même sens encore de 90° — dirigée encore suivant le grand axe comme la bande décrite en (*a*) sur le prolongement de laquelle elle est alignée, comprend un seul rayon médullaire, offrant à la périphérie 4 largeurs d'éléments de parenchyme lignifié, puis successivement 3 et 2 largeurs en allant vers le centre. Ledit rayon s'arrête à une petite distance du bois primaire.

d) Enfin la bande qu'on rencontre par une nouvelle rotation de 90° dans le même sens (bande dont la direction est le prolongement de la direction de la bande décrite en (*b*), qui est par conséquent celle d'un petit axe) est entièrement formée par un rayon médullaire relativement très large, comprenant 9 assises tangentielles de cellules de parenchyme lignifié uniformément d'un bout à l'autre. Quelques rares fibres ligneuses s'insinuent sporadiquement au milieu de ces éléments. Malgré le nombre constant d'assises tangentielles, le rayon est légèrement comprimé vers son extrémité centrale. Il arrive, d'ailleurs, encore tout près du bois primaire.

Les deux premières assises, à partir d'un côté déterminé de la

bande, ont les parois de leurs éléments quelque peu plus épaissies que les autres. Les troisième et quatrième sont formées de cellules qui, vers la périphérie, offrent un calibre relativement considérable, très sensiblement plus grand que les autres éléments de rayons médullaires. Vers le centre, les éléments desdites assises reviennent aux proportions communes.

B) A un autre niveau on trouvera, par exemple encore, pour les 4 bandes :

a) Pour la première : un rayon effilé vers le centre et offrant de la périphérie vers celui-ci, successivement 3, puis 2, puis 1 assise cellulaire tangentielle de large, en parenchyme lignifié.

b) Pour la seconde : un rayon médullaire à 3, puis 2 assises (toujours dans la même direction), encore effilé vers le centre.

c) Pour la troisième : rayon médullaire à 4, puis 3, puis 2 assises de parenchyme lignifié, donc effilé vers le centre;

d) Pour la quatrième : rayon médullaire comprenant 3 assises de parenchyme lignifié. Au bout d'un court trajet, les deux assises latérales s'arrêtent court, celle du milieu formée d'éléments quelque peu plus grands continue son chemin seule, arrivant tout près du massif correspondant de bois primaire.

Tous ces rayons médullaires arrivent toujours également à proximité dudit bois primaire.

C) Voici encore un autre exemple :

La coupe a ici une forme quasi-circulaire, le bois aussi par conséquent. (Toutefois le bois primaire se trouve déjeté un peu excentriquement par rapport au centre géométrique de la section transversale de la masse ligneuse).

a) Première bande. Deux rayons médullaires de chacun une assise de parenchyme lignifié : l'un à droite, l'autre à gauche finissant tout près du bois primaire, à peu près parallèles, l'un à l'autre. Entre eux, remplissage de fibres ligneuses.

b) Deuxième bande. Un rayon médullaire formé successivement de la périphérie vers le centre, de 2, puis une assise de parenchyme lignifié.

c) La troisième bande offre cinq assises de cellules d'un bout à l'autre et une largeur tangentielle uniforme. Nous avons là un rayon médullaire, mais dont deux assises seulement, se superposant (l'une marquant la limite latérale d'un côté déterminé dudit rayon), sont de parenchyme lignifié. Les autres assises sont faites de parenchyme à parois cellulaires très minces et *cellulosiques*; la section transversale de leurs éléments est très allongée radialement (1).

d) La quatrième bande offre au début un rayon médullaire de trois assises tangentielles de large (celle du milieu offrant quelques éléments de calibre sensiblement plus grands que les autres) puis, à mi-chemin du centre, l'assise médiane et l'assise latérale d'un côté s'arrêtent, l'autre assise latérale arrive presque jusqu'au bois primaire, continuant son chemin.

D) Enfin, dernier exemple :

Le contour de la masse ligneuse est subcirculaire avec une déformation résultant d'un léger aplatissement sur une certaine étendue.

a) Une bande est constituée par 2 rayons médullaires.

Le premier, sur l'un des côtés, présente une assise limitante latérale qui offre, sur les 2/3 de sa longueur, des éléments de parenchyme beaucoup plus grands que les autres, d'ailleurs lignifiés. Sur le 1/3 de la longueur restant vers le centre, le calibre redevient brusquement beaucoup plus petit, comme dans les autres assises.

A cette assise en sont accolées deux autres, mais qui s'arrêtent successivement avant d'avoir atteint le centre (celle qui est au contact direct de l'assise bordante, la première).

Le deuxième rayon médullaire forme assise bordante de la bande du côté opposé au premier. Comme lui, il s'étend encore presque jusqu'au bois primaire.

L'intervalle des deux rayons médullaires est comblé par des fibres ligneuses et quelques éléments sporadiques de parenchyme ligneux.

(1) Ce rayon médullaire arrive encore jusqu'au centre. Ses éléments cellulosiques terminaux sont au contact direct de la pointe du massif de bois primaire correspondant.

b) La bande suivante, qu'on trouve en tournant angulairement de 90° , est formée par 3 assises de parenchyme lignifié sur la plus grande partie de son trajet. A une petite distance du centre, les deux assises latérales s'arrêtent, l'assise médiane continue son chemin jusqu'au contact avec le massif de bois primaire correspondant.

c et d) Les deux bandes suivantes, qu'on trouve en tournant dans le même sens, deux fois de suite de 90° , donc consécutives, sont formées de tissu parenchymateux et cellulosique, de parois cellulaires minces, à section transversale des éléments fort allongée radialement, en somme d'aspect semblable au tissu décrit en (c) dans l'exemple précédent.

Pour chacune des deux bandes consécutives, on trouve une demi-douzaine d'assises de ce parenchyme d'un bout à l'autre ; elles offrent une largeur constante et arrivent au contact direct du bois.

Sur les deux bords de l'une d'elles, existent, à droite et à gauche, deux groupes formés de trois assises tangentielles régulières de parenchyme lignifié, à parois assez épaissies pour la plupart. Ces sortes de rayons médullaires (ou portions de rayon médullaire) s'étendent, l'un jusqu'au $2/3$, l'autre jusqu'à la moitié seulement de la longueur de la zone parenchymateuse cellulosique.

Dans une coupe transversale, le secteur ligneux circonscrit par ces deux bandes cellulosiques se détache fort bien, si on a employé la coloration par le carmino-vert : le parenchyme des deux bandes étant coloré en rose et les éléments du secteur ayant, à des degrés divers retenu le vert d'iode (les fibres ligneuses d'une manière faible ainsi que nous le savons déjà).

STRUCTURE DU PÉTIOTE COMMUN

Nous avons pu obtenir des coupes transversales à des niveaux (moitié supérieure de l'organe) où la différenciation de l'organe est déjà bien accentuée. La coupe a une forme trifoliée très nette, avec un lobe médian et deux ailes latérales bien individualisées.

L'épiderme offre des parois tangentielles fortement épaissies et cutinisées.

Le *conjonctif général* est formé de grands éléments à parois minces et cellulosiques.

La coupe comporte encore trois nervures, correspondant respectivement à chacun des lobes médians.

Ce qui frappe de suite, c'est le *très grand développement des nervures*, beaucoup plus grand que pour les espèces précédentes de Mélilots. On s'en rendra compte, en réalité, par les chiffres suivants d'éléments ligneux comptés dans le bois des trois nervures :

Pour la nervure médiane : 245 éléments ligneux

Pour les deux nervures latérales, respectivement : 86 et 84 éléments ligneux.

Le bois est rangé en files radiales d'éléments, disposées bien régulièrement en éventail. L'ensemble de chaque nervure a la forme d'un segment de demi-cercle terminé par une base rectiligne pour les nervures latérales, ou un peu convexe, extérieurement, pour la nervure médiane.

Bien entendu, la disposition des éléments des différents tissus est toujours la même que dans les autres pétioles examinés.

Le *liber normal* forme, pour les trois nervures, une bande de largeur à peu près constante, arquée, à convexité regardant *inférieurement*.

Le *liber interne* est très net ; il forme, chez la *nervure médiane* (1), du côté *supérieur* du bois un amas lenticulaire, en contact intime avec celui-ci, en majeure partie constitué d'éléments semblables à ceux du *liber normal*.

Les deux libers dans ladite nervure s'infiltrant puissamment entre les files radiales d'éléments du bois. De nombreuses anastomoses se produisent ainsi, reliant les deux tissus (on peut par exemple en compter 14 à un niveau déterminé). Deux anastomoses voisines sont assez souvent même en rapport par des raccords transverses.

A de certains niveaux même, il y a également raccord entre les deux libers par une bande cribreuse plus ou moins mince qui longe un des flancs du bois, ou par deux bandes cribreuses qui courent à droite et à gauche, doublant les deux flancs de l'éventail ligneux.

Pour chaque *nervure latérale*, on trouve également une petite *plage libérienne interne* logée dans la concavité de l'éventail ligneux

(1) Cet amas lenticulaire est, bien entendu, coupé en deux moitiés symétriques par la trace du plan de symétrie bilatérale de l'organe.

opposée au liber normal. Dans lesdites nervures latérales, il y a encore infiltration marquée des deux libers entre les files radiales ligneuses. Mais les raccords anastomotiques entre les deux tissus sont moins nombreux (observés 1-2-3).

On peut également observer un raccord libérien, entre les deux tissus cribreux, courant sur un flanc de l'éventail ligneux, ou deux raccords accolés aux deux flancs.

A des niveaux situés assez bas, *dans la moitié inférieure de l'organe*, niveaux inférieurs à ceux que nous avons examinés pour les descriptions précédentes, en tout cas, on observe encore les mêmes dispositions générales de structure. Seulement, on relève, en supplément, l'existence de *capuchons sclérifiés, protecteurs du liber normal des trois nervures du côté inférieur*. Ils recouvrent une partie de son pourtour ; ils sont plus ou moins rudimentaires ; ils sont formés de grands éléments à parois quelque peu épaissies, lumière fort large d'ailleurs, membrane lignifiée à un degré fort médiocre. Ils comportent même des solutions de continuité, où ne se trouvent que des éléments à parois minces et cellulosiques. Ils présentent une ou, au maximum, deux largeurs d'éléments.

De même — toujours dans les mêmes régions, plus rapprochées de l'insertion de l'organe sur la tige que les premières décrites — on observe un petit amas de petites cellules, de calibre beaucoup plus faible que celui des cellules du capuchon inférieur recouvrant le liber normal chez les trois nervures. Cet amas forme un très rudimentaire capuchon sclérifié *supérieur*, recouvrant *supérieurement* le liber anormal ou interne (en réalité, nous ne lui donnons le nom de « capuchon » que par équivalence de position avec celui du pétiole des autres espèces examinées de *Melilotus* ; il s'agit d'une petite plage très peu étendue, en réalité).

Sa composition est d'un très petit nombre d'éléments (à un niveau déterminé, par exemple, il comprendra : 9 éléments pour celui de la nervure médiane, 4 pour celui de chacune des nervures latérales). Lesdits éléments constitutifs sont semblables, comme épaisseur et degré de lignification des parois, à ceux du capuchon inférieur. Chacun de ces petits groupes est partagé en deux moitiés à peu près égales, par la trace, soit du plan général de symétrie

bilatérale (pour la nervure médiane), soit du plan particulier de symétrie de la nervure (pour chaque nervure latérale).

Les deux complexes sclérifiés, inférieurs et supérieurs, protégeant respectivement les deux libers, *ne se retrouvent plus aux niveaux supérieurs*, que nous avons d'abord décrits (niveaux pris dans la moitié de l'organe adjacente à la trifurcation foliolaire).

STRUCTURE DU PÉTIOLULE DE LA FOLIOLE MÉDIANE

Le pétiole de la foliole médiane a été examiné, en coupe transversale, à des niveaux où l'organe a déjà acquis sa structure à un degré élevé de différenciation.

Le contour de la coupe offre un profil analogue à celui que nous avons trouvé dans celles du pétiole commun ; la forme trilobée est bien accentuée ; le lobe médian et les deux ailes latérales bien marquées.

Le système vasculaire, ici encore, est très développé, proportionnellement beaucoup plus que dans les pétioles des espèces précédentes de *Melilotus*. C'est ainsi qu'on pourra compter, à un niveau déterminé, 120 éléments ligneux dans le bois de la *nervure médiane* et 33 et 28 éléments ligneux, respectivement, dans celui de chaque *nervure latérale*.

Les trois nervures offrent respectivement les mêmes formes que les nervures correspondantes du pétiole. Les nervures latérales couvrent environ le $\frac{1}{3}$ de l'étendue de la nervure médiane en section transversale.

Le *liber normal* offre encore, chez les trois nervures, une forme de bande rectangulaire qui aurait été courbée, avec convexité tournée toujours du côté *inférieur* de l'organe.

Le *liber interne* forme un amas lenticulaire net et assez important, observé, en section transversale, chez la nervure médiane. Ledit amas borde encore tout le contour supérieur de l'éventail ligneux. Son aspect est très semblable à celui du liber normal ; sa masse est partagée en deux moitiés symétriques par le plan général de symétrie bilatérale. On observe aussi qu'il tend à s'infiltrer entre les files radiales en remontant vers le liber normal ; il peut y avoir encore raccords anastomotiques entre les deux libers, mais ils sont

bien moins nombreux que chez la nervure médiane du pétiole commun. Enfin, on peut encore observer le raccordement des deux libers par une mince bande cribreuse courant sur un flanc de l'éventail ligneux ou par deux de ces bandes accolées aux deux flancs, à droite et à gauche.

Le liber interne des *nervures latérales* est encore net, mais il forme un groupe moins étendu que celui de la nervure médiane. Cependant il est, en valeur relative, assez important. Le petit amas lenticulaire qu'il constitue aussi est partagé en deux moitiés symétriques par la trace du plan de symétrie de sa nervure, en section transversale. Il couvre encore tout le contour de l'éventail ligneux opposé à celui qui est en contact avec le liber normal. De même que dans la nervure médiane, il peut se raccorder par de petits tractus cribreux, le long des flancs de l'éventail du bois, avec le liber normal. On peut observer encore 2-3 raccords entre les 2 libers, à certains niveaux, entre les files radiales ligneuses.

Les *capuchons sclérifiés*, au rebours des éléments ligneux, ont été observés comme présentant plus d'importance en nombre d'éléments dans les nervures latérales que dans les nervures médianes. (Bien entendu, il s'agit de capuchons *inférieurs*, les seuls présents).

Ainsi, à un niveau déterminé, le « capuchon » de la nervure médiane se composera de 6 éléments faiblement lignifiés, distribués en deux petits groupes séparés par des éléments conjonctifs et situés non loin du passage de la trace du plan général de symétrie bilatérale. Il est donc tout à fait rudimentaire et ne mérite, que par analogie, l'appellation de capuchon. (A de certains niveaux mêmes il pourra s'effacer complètement).

Toujours aux mêmes niveaux, on observera deux capuchons bien formés — méritant bien leur nom — couvrant la plus grande partie du liber normal dans chaque nervure latérale et comprenant respectivement 22 et 15 éléments lignifiés (1).

Lesdits éléments sont à parois quelque peu épaissies, lumière large d'ailleurs, faible lignification comme leurs homologues de la nervure médiane en somme.

(1) Celui des deux capuchons latéraux qui possède 15 éléments lignifiés comprend, en réalité, en plus, 4 cellules en continuité d'aspect et de position avec les éléments lignifiés et situés côte à côte, contre le liber normal. Leurs parois sont cellulósiques.

L'épiderme du pétiole a des parois cellulaires tangentielles extérieures notablement épaissies et nettement cutinisées. Ses éléments ont une section subcarrée.

STRUCTURE DU FRUIT

D'après la description morphologique, on peut prévoir que le fruit offrira en coupe transversale (perpendiculaire à la fois à la nervure dorsale et au bord placentaire) un contour très sinueux. C'est ce que l'on constate en effet.

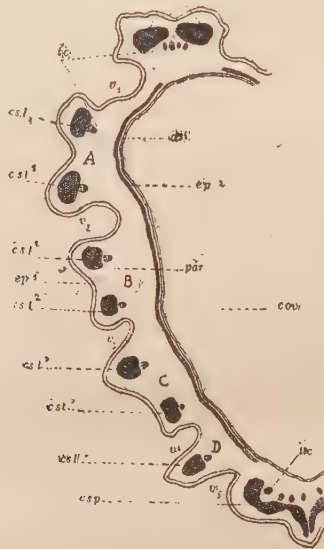


Schéma d'une coupe transversale du fruit de *MELILOTUS ITALICA* Lamk.

csm., capuchons sclérifiés formant le fermoir dorsal; *cs l.*, *cs l.*, etc., capuchons sclérifiés des nervures latérales; *tc.*, faisceaux conducteurs (bois en noir, liber en pointillé); A, B, C, D, sections des flancs du péricarpe (A correspond à l'un des deux bourrelets parallèle au bord dorsal); *v.*, *v.*, etc., sections des vallécules; *csi.*, couche sclérifiée interne; *esp.*, capuchon en S, sclérifié, placentaire; *ep.*, *ep.*, les deux épidermes; *par.*, conjonctif général; *cov.*, cavité ovarienne.

L'épiderme externe est formé de cellules à section subcarrée ou subrectangulaire, avec allongement tangentiel plus ou moins marqué. La paroi tangentielle est épaissie très fortement; elle peut même atteindre une largeur égale, voire même supérieure, à la lumière de la cellule !

A la *nervure dorsale* correspond une saillie, non particulièrement plus accentuée que les autres, mais qui court tout le long du bord dorsal, et qui est de forme subrectangulaire deux fois plus allongée environ tangentiellement que radialement.

La masse principale de ladite nervure correspond surtout à deux *capuchons sclérifiés* formés de cellules à parois très épaissies, fortement lignifiées. L'aspect de ces éléments est, en coupe transversale, sclérenchymateux ou fibreux selon le développement plus ou moins grand de leur lumière (avec tous les intermédiaires entre les deux, d'ailleurs). Leur contour est subpolygonal.

Les deux capuchons, en section transversale, offrent une forme subovoïde, avec plus grand allongement dirigé dans le sens tangentiel. Les deux bouts qui se regardent sont plus ou moins effilés, appointis. Entre eux, il reste un mince détroit conjonctif par où passe le plan de symétrie dorsi-ventral. Les capuchons sont situés bien symétriquement à droite et à gauche dudit plan ; leur étendue est à peu près rigoureusement égale : on peut observer pour chacun une cinquantaine d'éléments.

Les *éléments vasculaires* existent, mais ont une très faible importance par rapport à la masse de sclérenchyme du capuchon. Ainsi, à un niveau déterminé, on comptera par exemple, *a*) un groupe de 7 éléments ligneux ; *b*) un seul élément ligneux ; *c*) un groupe de 3 ; *d*) un élément isolé ; *e*) un groupe de 2 éléments ligneux. A un autre niveau les groupes vasculaires *a*, *b*, *c*, *d*, *e* comprendront successivement : 4, 3, 10, 7 et 1 élément ligneux. Ces groupes sont constitués par de tout petits vaisseaux, annelés ou spiralés, d'un calibre extrêmement restreint. Ils regardent, bien entendu, du côté de la cavité interne du fruit. Ils sont surmontés du côté externe (ou *supérieur*) de la feuille carpellaire, d'un nombre également très petit d'éléments libériens très petits. Ces groupes vasculaires sont disposés à peu près sur une ligne tangentielle perpendiculaire au plan de symétrie dorsi-ventral.

Dans les *nervures latérales*, les capuchons de tissu sclérifié constituent encore la plus grande partie, d'une manière extrêmement marquée, des dites nervures. Voici, par exemple, une forme observée qu'ils réalisent en section transversale ; une sorte de segment de demi-ellipse dont la base est un peu concave du côté de la cavité interne du fruit et coïncide avec un petit axe de la demi-ellipse. Ce

complexe protège un petit groupe vasculaire comprenant 4 petits vaisseaux du bois, de calibre encore très restreint. Les éléments du capuchon sont encore, comme pour la nervure dorsale, sclérenchymateux ou fibreux ; ils ont même forme, même aspect : l'épaisseur et la lignification des parois cellulaires sont, ici encore, fort accentuées. Pour les grosses nervures (qu'on rencontre le plus fréquemment en coupe transversale), le capuchon sclérifié est d'un ordre de grandeur semblable à celui des capuchons de la nervure dorsale au point de vue étendue et nombre des éléments. Toujours les éléments conducteurs sont en nombre très restreint et qui ne paraît pas dépasser 7-8 par nervure. En particulier, les vaisseaux du bois sont constamment de très petit calibre et à ornementation lignifiée en disposition annelée ou spiralée (1).

Le *conjonctif général* (2) est formé de grandes cellules à parois minces et cellulósiques. Le nombre d'assises dont il se compose, qui est assez peu variable, ne paraît pas dépasser une douzaine. Les assises, en nombre égal à la moitié du nombre total d'assises, les plus intérieures, les plus proches de la couche sclérifiée interne offrent des calibres cellulaires relativement très grands (en coupe transversale, ces calibres peuvent couvrir une étendue de l'ordre de grandeur de celle d'un capuchon de nervure) ; elles occupent donc la plus grande partie de l'épaisseur du péricarpe.

La *couche sclérifiée interne* comprend une seule assise de cellules de caractères fibreux. Les éléments sont orientés parallèlement à la nervure dorsale, ce qui fait qu'ils viennent en section transversale sur la coupe. Les parois sont très épaisses, bien lignifiées (énergique morsure du vert d'iode), la lumière est réduite. En dedans de la couche sclérifiée interne, on ne trouve qu'une seule assise de conjonctif, formé d'éléments petits, aplatis radialement, de tissu conjonctif, enfin l'*épiderme interne* formé de cellules à section subrectangulaire allongées tangentiellement. Leurs parois tangentielles extérieures sont à peine épaissies.

(1) A un niveau déterminé on pourra, par exemple, compter en coupe transversale 14 sections de nervures latérales de 1^{er} ordre, logées à raison de une ou deux à la fois dans les sinuosités correspondantes de la paroi péricarpique (ou *nervures* au sens *morphologique* du mot).

(2) Nous désignons ainsi le parenchyme compris entre l'épiderme et la couche sclérifiée interne.

La couche sclérifiée interne s'étend jusqu'au bord dorsal, mais elle s'interrompt arrivée là, presque exactement à la naissance du renflement subrectangulaire qui représente, en coupe transversale, la forme dudit bord.

Avant de passer à l'étude du bord placentaire, nous ferons la remarque suivante : le fruit examiné à la loupe ou même à l'œil nu montre, dans la région dorsale, 3 bourrelets parallèles : un central et un peu plus projeté extérieurement, deux autres latéraux et un peu en retrait qui courent tout le long de ladite région. Le renflement médian correspond tout simplement à la nervure dorsale décrite plus haut ; les deux latéraux résultent de la confluence des nervures des flancs du fruit qui, après avoir circulé très sinueusement sur la surface des deux valves, s'unissent tout près de ladite nervure dorsale, un peu de la façon dont les cartilages des 8^e, 9^e et 10^e paires de côte de la cage thoracique humaine se fondent en un cartilage commun. Les cordons ainsi constitués à droite et à gauche de la nervure dorsale ont été observés ; ils contiennent deux *nervures* (capuchons et éléments ligneux) ou faisceaux vasculaires élémentaires (1) (*nervures*, au sens *anatomique* du mot).

Les *bords placentaires* comprennent chacun, courant à une petite distance de la surface épidermique, des bandes sclérifiées en forme d'S, en coupe transversale. Le dispositif est d'une symétrie très parfaite par rapport au plan de symétrie dorsi-ventral de la feuille carpellaire. Les pointes de l'S les plus éloignées de la nervure dorsale se rapprochent beaucoup de la trace dudit plan, mais elles n'arrivent pas à confluer : il reste entre elles un petit isthme de tissu mou, dans la région de la suture placentaire où passe précisément ladite trace. Ces pointes sont plus ou moins effilées ; si on remonte chacun des rubans serpentiniformes auxquels elles appartiennent, on voit ceux-ci se renfler d'abord d'une manière assez marquée, puis s'amincir à nouveau, mais considérablement, ceci vers le milieu de,

(1) Parfois on trouve un petit faisceau vasculaire composé, par exemple, de 7-8 éléments ligneux et d'un peu de liber, au lieu de, le tout surmonté extérieurement d'un capuchon sclérifié sensiblement plus petit que celui d'une nervure principale latérale déjà examinée, — noyé dans le parenchyme conjonctif. Il s'agit là d'une nervure latérale de second ordre, rameau d'une grosse nervure latérale ou nervure de premier ordre, dont on a pu ainsi obtenir la section en coupe transversale. Cette nervure secondaire ne correspond à aucun soulèvement de la paroi péricarpique ; la coupe transversale ne montre en face d'elle, en effet, aucune sinuosité saillante du contour.

l'S, enfin, à l'autre bout de cet S, le plus proche en suivant les flancs du bord dorsal, on observe un renflement très sensiblement plus fort que le premier et en forme de massue.

Pour fixer les idées, signalons, par exemple, qu'on pourra observer, à un niveau déterminé, une largeur maximum du renflement le plus proche de la suture placentaire, comprenant 4 largeurs d'éléments et une largeur maximum de l'autre renflement (celui en forme de massue) de 8 diamètres d'éléments.

Les éléments sont d'aspect fibreux ou sclérénchymateux, leurs parois sont très épaissies et lignifiées d'une manière fort accentuée (énergique morsure du vert d'iode); la lumière a des dimensions variables.

Le bois et le liber sont encore réduits dans la région placentaire, mais moins cependant que chez les nervures latérales.

Bien entendu, les faisceaux libéro-ligneux seront observés intérieurement à chaque bande sclérifiée, le liber regardant vers ladite bande et le bois vers la cavité ovarienne.

Par exemple, à un niveau déterminé, on observera, correspondant à l'une des bandes :

a) Un groupe de 7 petits vaisseaux ligneux vers le bord de l'S le plus éloigné de la suture placentaire, enserré dans sa courbe supérieure, avec liber correspondant. Vers la convexité, plus près de ladite suture, on trouve un groupe vasculaire à 3 vaisseaux ligneux, et un peu en retrait de celui-ci, plus près par conséquent de la cavité ovarienne, un groupe plus important (12 vaisseaux du bois); enfin, sur la ligne médiane de suture des bords placentaires, tout près de la cavité ovarienne, un groupe formé de 7 éléments ligneux (et bien entendu d'un petit îlot de liber y accolé extérieurement).

b) De l'autre côté, correspondant à l'autre bande sclérifiée symétrique de la première, on trouvera un groupe de cinq tout petits vaisseaux ligneux, vers la convexité de l'S, puis, presque confondu avec celui-ci, à très courte distance en s'éloignant du bord placentaire, un groupe d'une trentaine de vaisseaux, de calibre fort variable, mais restant toujours tout petits, bien inférieurs en diamètre aux éléments du capuchon. Enfin, à une petite distance de ce faisceau relativement fort, mais du côté opposé au petit groupe précédent de cinq éléments ligneux (donc du côté dudit grand groupe

opposé au bord placentaire), on trouve un petit ensemble de deux vaisseaux ligneux.

Dans la boucle de l'S la plus éloignée de la suture placentaire, on trouve un groupe, réduit à un seul vaisseau ligneux, entre deux autres en comprenant cinq chacun.

Le parenchyme du bord placentaire compris entre les deux S est plus petit, de beaucoup, que tout autre tissu parenchymateux du péricarpe et ses cellules ont des membranes cellulósiques quelque peu épaissies (il correspond au tissu conducteur de l'ovaire).

Il est inutile de dire que tous les groupes ligneux, dont nous venons de parler, sont doublés extérieurement de liber (1).

Le contour de la coupe, dans la région placentaire, se moule à peu près, en quelque sorte, sur le double S : on observera donc une saillie impaire, de forme mucronée, partagée en deux moitiés symétriques par le plan dorsi-ventral de symétrie qui passe par la suture placentaire. Cette saillie est bordée de deux vallécules étroites, à droite et à gauche, lesquelles sont dominées par des saillies beaucoup plus étendues, arrondies en demi-cercle. C'est dans ces saillies que sont logées respectivement chaque boucle des deux S, opposées à la boucle placentaire. Cette dernière est logée, en compagnie de sa symétrique, dans la saillie impaire, à droite et à gauche du plan dorsi-ventral de symétrie.

Conclusions relatives à l'ouverture du fruit. — Nous avons vu que la couche sclérifiée interne s'interrompait dans la région dorsale. Elle s'interrompt également dans la région placentaire. Elle s'arrête arrivée à peu près à hauteur de l'extrémité de l'S sclérifiée, la plus éloignée de la suture des bords carpellaires, extrémité renflée en massue comme nous le savons déjà. Tel est l'aspect observé en coupe transversale.

Il y a donc 3 régions faibles dans la zone dorsale et 3 dans la région ventrale :

a) Dans la région dorsale nous trouvons les zones faibles :

(1) Comme autre exemple de répartition et d'importance des faisceaux vasculaires de la région placentaire, on pourra citer encore l'aspect observé à un autre niveau.

On a, d'un côté de la suture placentaire, correspondant à une bande lignifiée, des groupes vasculaires comprenant respectivement 5, 2, 2 et 7 éléments ligneux. De l'autre côté, en dedans de l'autre bande, on observe 6, 2, 3 et 2 éléments ligneux.

1° Entre les capuchons sclérifiés dorsaux étudiés qui, nous le savons, ne sont pas fusionnés, mais séparés par du conjonctif mou, lequel forme un isthme étroit, ainsi que nous l'avons vu, entre leurs deux pointes en regard, isthme coïncidant avec le passage du plan dorsal-ventral de symétrie.

2° A droite et à gauche de cet isthme conjonctif ou première zone faible, nous en avons deux autres, une de chaque côté, vers la base du renflement subrectangulaire constitué par le bord dorsal, à l'angle de raccord du petit côté (ou côté radial) du rectangle avec le contour épidermique en coupe transversale. On sait que la couche lignifiée interne s'interrompt juste là.

b) Dans la région ventrale les trois zones faibles sont les suivantes :

Première. Entre les deux portions placentaires des S sclérifiés. On se rappelle que là existe une bande de conjonctif très rétrécie en coupe transversale.

Seconde et troisième zones faibles. Conjonctif mou compris entre l'extrémité de la zone lignifiée interne et l'extrémité de l'S sclérifiée la plus éloignée de la suture placentaire (celle qui est renflée en massue).

On voit facilement que le fruit doit être indéhiscent par variation de l'état hygroscopique de ses tissus en appliquant les règles de M. Leclerc du Sablon.

La couche sclérifiée interne est d'abord très peu épaisse. On y trouve, ensuite, le même sens d'allongement, chez tous les éléments constitutifs, que chez ceux de la nervure dorsale des capuchons sclérifiés, et des deux S de la région placentaire. Le sens commun d'allongement en question est perpendiculaire aux coupes transversales pratiquées, parallèle par conséquent aux bords dorsal et ventral de l'ovaire. Le sens d'allongement des éléments des capuchons des nervures latérales est tantôt le même, tantôt plus ou moins oblique par rapport au sens précédent.

On voit tout de suite qu'à aucun degré, les conditions nécessaires à la déhiscence du péricarpe, quant à la structure anatomique, ne se révèlent à l'observation. Le fruit est donc bien indéhiscent comme on peut le constater en effet; d'ailleurs étant monosperme,

Il suit en cela une loi très générale. La graine remplissant totalement la cavité ovarienne, il suffira de l'imbibition préparatoire à la germination et de la dilatation subséquente de ladite graine pour rompre le péricarpe soit dorsalement, soit ventralement, soit des deux façons à la fois, puisque nous avons constaté l'existence de trois zones faibles dorsales et trois zones faibles ventrales, résultat qui peut être prévu en s'appuyant sur les règles posées par M. Joxe.

Melilotus speciosa D. R.

(Espèce annuelle).

STRUCTURE DE LA TIGE

Nous avons examiné la structure d'une tige où les formations secondaires sont à un stade moyen de développement. La section de l'organe couvre une superficie considérable, la tige est de fort diamètre.

Épiderme, à parois cellulaires tangentielles extérieures très fortement épaissies ; presque, pour certains éléments, aussi larges que la petite dimension (radiale) de l'élément. La cutinisation desdites parois est également très nette (fixation du vert d'iode).

Très généralement, allongement tangentiel et section subrectangulaire des cellules épidermiques, en coupe transversale. Parois cellulaires tangentielles intérieures, épaissies aussi d'une manière notable, mais, bien entendu, moins que les tangentielles extérieures.

Sous l'épiderme, on trouve un *hypoderme* fort net, formé d'une assise bien régulière de cellules, ayant même forme que les cellules épidermiques. Leur paroi tangentielle extérieure est encore notablement épaissie (à peu près comme la paroi tangentielle intérieure de la cellule épidermique).

Conjonctif sous-épidermique (non compris l'hypoderme) : deux à une demi-douzaine d'assises de large (tissu cortical et péricyclique, en continuité d'aspect, là où il n'y a pas de fibres péricycliques,

soit dans les intervalles des capuchons). Éléments constitutifs à parois minces et cellulósiques.

Le contour de la coupe présenté de petites ailes ou soulèvements, faisant une légère saillie vers l'extérieur (observé 6 de ces ailes dont 4 très rapprochées deux à deux, les 2 autres isolées et en alternance avec ces deux groupes de deux).

Ces ailes comportent un épiderme dont les parois cellulaires tangentiellcs extérieures sont encore plus développées, chez ses éléments constitutifs, que dans ceux de l'épiderme décrit des régions inter-alaires, au point que la lumière de la cellule épidermique peut être réduite d'une manière marquée, les parois tangentiellcs intérieures s'épaississant de leur côté, encore plus que dans lesdites régions inter-alaires.

L'hypoderme épaissit de son côté encore davantage, dans les ailes, les deux parois tangentiellcs de ses éléments.

Enfin, sous cette assise, on trouve des cellules à parois très épaissies, mais cellulósiques, disposées, au maximum de hauteur radiale de l'aile, sur 4 à 8 assises (selon l'aile considérée), correspondant à du conjonctif par leur position (conjonctif cortical). Il reste encore deux assises de conjonctif cortical, parenchymateuses, dans la région de l'aile considérée, puis, en progressant vers l'intérieur, on rencontre un capuchon fibreux péricyclique correspondant toujours à l'aile.

Tout le tissu dont nous venons de parler, depuis l'épiderme jusqu'à ces deux assises, constitue donc un *collenchyme cortical et épidermique* hautement différencié. La membrane cellulaire fixe d'ailleurs, chez ses éléments constitutifs, le carmin, non le vert d'iode.

Le *liber* forme déjà un anneau continu, grâce à l'avancement des formations secondaires : le liber secondaire est en voie de différenciation et d'accroissement.

Le *bois* montre les faisceaux de la structure primaire d'une manière encore très nette, en dépit des éléments ligneux secondaires surajoutés par le jeu de l'assise génératrice. Ces éléments secondaires ont déjà envahi la plus grande partie, située vers l'extérieur, des rayons médullaires primaires ; d'où anneau ligneux continu.

Les *faisceaux primaires ligneux*, au nombre de 28, ont été naturellement complétés par du bois secondaire à leur partie extérieure, mais ils sont cependant encore bien individualisés, montrant des files radiales bien régulières (trois à une demi-douzaine), formées d'éléments ligno-vasculaires annelés ou spiralés, de calibre régulièrement croissant de l'intérieur vers l'extérieur de la coupe en suivant chaque file.

On retrouve vers la pointe desdits faisceaux primaires ligneux les arceaux métaxylémiques, enclavant (avec l'aide, en cas de discontinuité, d'éléments médullaires lignifiés, qui bouchent les solutions de continuité) dans leur concavité, tournée extérieurement, entre eux et le bois, des plages cellulosiques très variables d'étendue, renfermant un tissu parenchymateux allié à une proportion plus ou moins étendue d'*éléments cribreux internes* semblables aux éléments du liber normal. Ce caractère est très changeant suivant le niveau, suivant la plage. Parfois, pour certaines des dites plages, ledit caractère libérien peut être tout à fait accentué, prédominant, on peut dire alors, vraiment, qu'il y a *liber interne*; d'autres fois, par contre, il est à peine sensible.

La *moelle* est formée surtout de grandes cellules, à parois minces et cellulosiques. Vers la pointe du bois et la base des rayons médullaires primaires, elle lignifie ses éléments qui sont devenus beaucoup plus petits, dans ces régions périphériques, quoique encore de notable calibre.

Chaque faisceau libéro-ligneux de la structure primaire est coiffé d'un *capuchon péricyclique*, effilé tangentiellement et renflé radialement vers son milieu. Toujours un faisceau libéro-ligneux primaire, donc un capuchon, correspond à chaque aile. Les éléments constitutifs de ces productions, qui sont en contact direct du côté interne avec le liber, sont à parois généralement assez épaisses et à peine lignifiées (la fixation du vert d'iode est très légère). La largeur de ces capuchons, dans leur partie renflée peut atteindre au maximum jusqu'à 7-8 assises. Ils tendent à se raccorder les uns aux autres par des formations en voie de différenciation, en face du bois secondaire des rayons médullaires, formations constituées d'éléments analogues.

STRUCTURE DE LA RACINE

Nous avons examiné la structure anatomique d'une racine principale, à un stade où les formations secondaires péridermiques et libéro-ligneuses sont déjà bien établies.

Le *liège* naît du jeu d'une assise génératrice libéro-ligneuse péri-cyclique. Il a 2-3 assises de large, d'éléments à section rectangulaire, très allongés tangentiellement, fixant bien le vert d'iode. Tout le conjonctif extérieur est exfolié et forme ça et là des lambeaux desséchés encore adhérents au contour subéreux.

L'assise péridermique produit un peu de phelloderme vers l'intérieur, au contact direct du *liber* qui, naturellement, en raison du degré de développement des formations secondaires, forme un anneau continu. Ce liber comprend une zone périphérique prodigieusement infiltrée d'éléments fibreux de lumière très réduite, de parois très mal lignifiées, et de section très petite, très généralement aplatie. Cette courbe externe représente environ les 2/3 de la largeur de la couronne libérienne.

Tout contre le bois se trouve la zone interne de ladite couronne, zone constituée par un « liber compact », exempt de fibres.

Le *bois* est de structure très hétérogène. Il comprend des éléments vasculaires, de calibre relativement très grands et arrondis, d'ailleurs fort variable de l'un à l'autre (la masse ligneuse a un rayon, en coupe transversale, égal environ aux 9/10 du rayon de la coupe); il comprend également, empaquetant ceux-ci, une masse formée d'éléments beaucoup plus petits : cellules ligneuses, à parois minces et bien lignifiées et fibres analogues à celles du liber, donc de taille et lignification très faibles encore. Ces fibres sont groupées en amas irréguliers de forme et d'étendue; leur lumière paraît, en général, d'ailleurs mieux ouverte, en section transversale, que celle des fibres du liber.

On observe 4 rayons médullaires dans la coupe transversale. Ils correspondent encore à 4 massifs ligneux primaires, triangulaires, avec sommet tourné extérieurement (les plus petits vaisseaux, les premiers formés, sont situés vers ledit sommet). Ces massifs sont disposés en croix autour d'un vaisseau métaxylémique central, placé juste au centre de la coupe et beaucoup plus grands que les élé-

ments vasculaires primaires qui sont tout petits. C'est là un schéma déjà connu de nous

En face de chacun des massifs, on trouve un rayon médullaire qui, partant presque du contact du bois primaire, remonte jusqu'au liber.

Ces rayons médullaires sont de parenchyme lignifié : les parois cellulaires sont minces, mais bien lignifiées, chez leurs éléments constitutifs qui ont une section subrectangulaire, en général, avec allongement radial marqué.

Ils ont été observés point très développés en largeur.

Par exemple, à un niveau déterminé, on en trouvera un à 3 assises radiales de large, deux à 2 assises et un à 1 seule assise.

STRUCTURE DU PÉTIOLE COMMUN

Nous allons examiner les variations de la structure, à l'aide de coupes transversales successives pratiquées depuis la base, à des hauteurs croissantes, en se rapprochant de la bifurcation foliolaire.

I) NIVEAUX INFÉRIEURS, BASILAIRES (région du renflement moteur).

Coupe de forme paraissant à première vue circulaire, se montrant, à un examen plus attentif, légèrement cordiforme, grâce à un léger sillon qui définit ainsi un côté supérieur de l'organe.

Épiderme à parois cellulaires tangentielles extérieures épaissies et cutinisées chez ses éléments qui offrent une section subcarrée.

Parenchyme homogène (une douzaine d'assises entre l'épiderme et le cylindre central).

Un *cylindre central*, en réalité de section triangulaire, bien au centre de la coupe. Ledit triangle est tourné de façon que sa base, perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale (plan qui passe, d'autre part, par le sommet opposé, partageant ainsi en deux moitiés symétriques la section triangulaire, regarde du côté de la face supérieure. Sommet opposé à ladite base correspondant à un angle de 120° environ ; donc, les deux angles adjacents à la base représentent chacun 30°, le triangle étant isocèle.

Une double couche formée extérieurement de tout petits éléments collenchymateux (parois épaisses, mais cellulósiques, forte morsure du carmin) et intérieurement de *liber normal* forme la zone périphérique dudit cylindre central. La couche collenchymateuse et la couche libérienne ont toutes deux à peu près la même épaisseur, uniforme. Les trois sommets du triangle sont d'ailleurs, quoique très nets, émoussés, arrondis. Le *bois* constitue la zone la plus interne dudit triangle, ou si on veut un triangle ligneux exactement accolé intérieurement au premier, cellulósique. Le maximum d'épaisseur du double triangle a lieu vers le sommet impair du triangle ligneux; l'épaisseur décroît ensuite régulièrement à droite et à gauche : à la base, elle est minimum et égale à environ $1/2$ ou $1/2,5$ de l'épaisseur maximum; elle reste alors bien constante sur toute la longueur tangentielle de ladite base.

Épaisseur maximum ligneuse, de son côté, à peu près égale à l'épaisseur constante de la dite zone cellulósique du « cylindre » central (*liber normal* + collenchyme). Cette épaisseur maximum du bois a donc lieu vers le sommet impair du triangle vasculaire.

Les éléments vasculaires ligneux sont, sur tout le contour du triangle formé par le bois, rangés en files radiales très régulièrement perpendiculaires à la surface dudit contour.

A l'intérieur du triangle ligneux, on trouve un tissu parenchymateux et cellulósique et formé de tout petits éléments vers le centre; sur les bords, tout contre le contour *interne* dudit triangle, on observe une bande de *tissu cribreux interne*, analogue par l'aspect de ses éléments au *liber normal*.

Les deux tissus cribreux : interne et externe, se relient par de nombreuses et minces anastomoses sur tout le pourtour du triangle ligneux.

II) Un peu plus haut, le triangle ligneux s'ouvre vers le milieu de la base (passage du plan de symétrie) par un large détroit qui fait communiquer — au centre dudit détroit — le parenchyme interne du triangle avec le conjonctif général, — et le *liber normal*, sur les bords du détroit, avec la bande libérienne interne. A un niveau un peu supérieur, il se constitue par élargissement du détroit un *croissant ligneux* et, bien entendu, également libérien, à concavité

regardant supérieurement, croissant remplaçant désormais le triangle libéro-ligneux dont nous avons parlé jusqu'ici.

III) Plus haut, le croissant s'est scindé en trois nervures libéro-ligneuses : une impaire ou médiane et deux autres latérales. Dans chacune, on trouve une couche collenchymateuse, inférieure, formée de cellules à parois épaisses, mais cellulósiques, disposées sur 3-4 assises et se fondant avec le liber normal. Elle est tournée du côté qui, morphologiquement, correspond à la face *inférieure* de la feuille (donc du côté de la partie la plus étendue du pourtour, qui est arrondie ; seule, en réalité, la petite échancrure coupée en deux moitiés symétriques par le plan de symétrie général correspond à la face supérieure de la feuille). Puis on trouve le *liber normal supérieurement* au collenchyme, liber de largeur constante et à peu près semblable dans les trois nervures ; enfin, supérieurement par rapport audit liber normal, *le bois* qui a une forme d'éventail bien régulier, partagé comme toutes les parties constituantes de chaque nervure, en deux moitiés symétriques, soit par le plan de symétrie général (pour la nervure médiane), soit par un plan de symétrie particulier à la nervure (s'il s'agit des deux nervures latérales). Les éventails ligneux, formés de files radiales vasculaires portent à leur pointe (donc encore du côté *supérieur*) un amas bien caractérisé de *liber interne* et assez important d'étendue, tissu de même aspect que le liber normal. L'amas libérien interne de la nervure médiane a une forme lenticulaire avec allongement tangentiel. Celui des nervures latérales est subcirculaire. Les 2 libers dans les 3 nervures ont tendance marquée à s'infiltrer l'un vers l'autre à travers le bois. On compte même, par exemple, 4 raccords anastomotiques cellulósiques entre les 2 tissus, à un niveau précis, pour la nervure médiane et 2 pour chacune des nervures latérales. Enfin, par les 2 flancs de l'éventail ligneux, les 2 libers de la nervure médiane arrivent presque au contact.

Bien entendu, chacun des amas libériens est coupé en deux moitiés symétriques par la trace du plan général de symétrie (pour l'amas médian) ou par celle du plan particulier de symétrie de la nervure correspondante (amas latéraux). Les 3 nervures dans la région examinée sont encore très près l'une de l'autre. Les 2 nervures latérales sont, en conséquence, rapprochées du plan général

de symétrie bilatérale ; celui-ci fait avec leurs plans particuliers de symétrie, 3 angles d'environ 120° .

IV) Plus haut, la coupe devient franchement cordiforme ; le sillon médian supérieur s'est notablement approfondi. Le côté supérieur s'acumine dans le plan général de symétrie bilatérale ; le contour se bombe légèrement au contraire, à droite et à gauche dudit plan, en face des nervures latérales (première et légère indication d'ailes latérales). Les 3 nervures sont cette fois bien détachées, plus distantes que précédemment. Elles ne sont cependant pas encore à une distance relativement très grande du plan général de symétrie (vis-à-vis duquel elles sont, comme toujours, en position rigoureusement symétrique). Ledit plan fait encore des angles d'environ $\frac{2\pi}{3}$ avec les deux plans de symétrie particulier aux nervures.

A ces niveaux, comme dans la région (III), les nervures latérales sont moins riches en éléments ligneux que la nervure médiane. Ainsi, à un niveau précis, pour 110 éléments comptés dans l'éventail ligneux médian, on trouve respectivement 69 éléments pour l'éventail latéral *gauche* (le sillon médian supérieur étant orienté vers le haut et 83 pour l'éventail latéral *droit* même convention d'orientation de la coupe).

Mais le liber normal et le collenchyme protecteur dudit liber gardant la même largeur dans les 3 nervures, aux niveaux III et IV, il s'ensuit, d'abord, que ces tissus prennent dans les nervures latérales une importance relative plus grande que dans la nervure médiane, par rapport au bois ; ensuite, qu'il n'y a pas une bien grande différence d'étendue couverte par les deux nervures, en coupe transversale, dans les deux régions en question.

Les *capuchons collenchymateux* qui protègent les 3 libers normaux sont, aux niveaux IV bien régulièrement façonnés en forme de croissant, qui a son épaisseur maximum, soit selon la trace du plan de symétrie bilatérale (pour le croissant médian), soit selon celle du plan de symétrie particulier à la nervure latérale correspondante (pour les capuchons latéraux). Il n'y apparaît pas encore d'éléments lignifiés même médiocrement : toutes les cellules, dans les 3 croissants, sont de fort petit calibre, à parois épaissies et cellulo-

siques, fixant le carmin aluné de Greenacher et non le vert d'iode, dans le traitement de la coupe, par le carmino-vert (1).

V) La coupe individualise encore davantage les légers bombements du contour, leurs bords ont une tendance à s'aplatir; les ailes latérales esquissent déjà légèrement leur forme. D'autre part, les trois nervures s'écartent encore l'une de l'autre. Les deux nervures latérales s'éloignent davantage à droite et à gauche du plan de symétrie générale. La nervure médiane se rapproche de la pointe supérieure.

Les 5-6 assises de conjonctif situées entre le capuchon protecteur du liber normal et la partie, correspondant en face, du pourtour de la coupe sont, vis-à-vis chaque nervure latérale, constituées par des éléments de calibre beaucoup plus réduits que la plupart des éléments conjonctifs restant (surtout ceux situés entre les 3 nervures).

Les 7-8 assises conjonctives comprises entre le capuchon médian inférieur et le contour épidermique, en face la nervure médiane, sont également formées de cellules conjonctives plus petites que les cellules du conjonctif central, mais ici, ce caractère est moins accentué.

Le plan de symétrie général de l'organe, traversant la nervure médiane, fait encore un angle de 120° avec chacun des deux plans de symétrie particuliers aux nervures latérales.

Un caractère nouveau et intéressant fait son apparition aux niveaux que nous étudions : il apparaît un certain nombre d'éléments sclérifiés dans les 3 capuchons protecteurs des 3 libers normaux. C'est ainsi qu'à un niveau précis, on comptera : 20 éléments scléreux dans le capuchon médian, disséminés au milieu des éléments collenchymateux dans toute son étendue — 14 éléments scléreux et 6 — respectivement — pour les capuchons latéraux : le gauche et le droit. Pour ceux-ci, lesdits éléments sclérifiés apparaissent par les cornes des croissants les plus voisines de la nervure médiane.

Toutes ces cellules scléreuses ont un calibre variable, mais souvent grand, qui peut facilement dépasser celui des plus grands

(1) A partir de ces niveaux, une assise conjonctive, au contact de chaque nervure, se différencie assez nettement en endoderme (cellules beaucoup plus petites que les autres du conjonctif, à section subrectangulaire, pour la plupart, et allongée tangentiellement).

éléments du bois. La lignification de leurs parois est généralement encore peu accentuée, quoique certaine. Dans le traitement de la coupe au carmino-vert, c'est le vert d'iode qu'elles ont retenu quoique d'une manière atténuée. Leur contour est subpolygonal ; leur membrane est moyennement épaissie.

Enfin, il apparaît des *capuchons sclérifiés protecteurs du liber interne* (ou *supérieurs*). Pour la nervure médiane, on trouve, à un niveau précis, un massif impair de 9 éléments qui recouvre le liber interne (lequel figure ici un rectangle bordant supérieurement l'éventail ligneux, à grande dimension perpendiculaire au plan général de symétrie) ; massif de forme triangulaire dont la base s'applique contre ledit liber interne et dont la pointe se trouve vers le plan général de symétrie. Les éléments constitutifs de ce capuchon sclérifié supérieur offrent les mêmes caractères au point de vue contour et épaississement et lignification des parois que ceux du capuchon protecteur du liber normal qui sont sclérifiés. Mais ils sont beaucoup plus petits ; leur calibre variable de l'un à l'autre, reste toujours restreint.

On trouve, également, deux petits capuchons sclérifiés protecteurs du liber interne, chez les nervures latérales, capuchons composés : pour celui de la nervure de droite de 11 éléments, pour celui de la nervure de gauche de 6 éléments, formant des petites bandes, sans forme bien définie, allongées tangentiellement. Lesdits éléments sont de plus petit calibre encore que ceux du capuchon supérieur médian.

Les *trois libers internes* sont encore bien développés chez les trois nervures.

VI) Plus haut encore que les niveaux précédents, l'organe est enfin arrivé à un degré très complet de différenciation.

La *nervure médiane* compte une trentaine d'éléments sclérifiés dans son *capuchon supérieur*, qui couvre le *liber interne*, et cette fois se soude à droite et à gauche, aux deux bords latéraux de l'éventail ligneux, enclavant ainsi ledit liber anormal de toutes parts entre des éléments lignifiés. Ce capuchon supérieur offre une forme de croissant, à épaisseur maximum selon la trace du plan général de symétrie (3 largeurs d'éléments). Le calibre des éléments constitutifs est variable, mais (pour près de la moitié), il peut être fort

grand relativement, égal ou dépasser celui des plus grands vaisseaux du bois de ladite nervure médiane. Le contour de chaque élément est subpolygonal; la paroi cellulaire épaissie d'une manière marquée (la lumière restant toujours large) et lignifiée presque aussi bien que celle des éléments ligneux (fixation marquée du vert d'iode).

Les *nervures latérales* présentent de même des *capuchons sclérisés supérieurs*, sous forme de bandes tangentielles soudées aux deux bords de l'éventail ligneux et un peu renflées selon la trace du plan de symétrie particulier à la nervure. Éléments constitutifs de caractères semblables à ceux du tissu homologue de la nervure médiane, mais n'atteignant pas d'aussi grandes dimensions relatives par rapport aux autres tissus des éléments vasculaires (1).

Le *liber interne* est encore, dans chaque nervure latérale, enclavé entre des éléments lignifiés, d'une manière complète.

D'ailleurs, les trois libers internes paraissent en réduction assez marquée par rapport aux niveaux précédemment examinés. Ils forment 3 petits amas, coupés en 2 moitiés symétriques par le plan de symétrie générale (chez celui de la nervure médiane) ou par le plan de symétrie propre à la nervure correspondante (chez les amas latéraux), comme dans les régions plus inférieures de l'organe. Mais l'étendue de ces plages cribreuses est plus restreinte. Les plages latérales paraissent, d'ailleurs, en régression sensiblement moins indiquée, que la plage médiane.

A un niveau précis, elles présenteront respectivement 2 raccords anastomotiques cellulotiques entre les 2 libers, raccords immiscés entre les files ligneuses radiales. La nervure médiane à ce même niveau montrera bien encore une infiltration libérienne interne entre les éléments du bois, mais moins indiquée qu'aux régions plus basses de l'organe; il n'y aura plus de raccords anastomotiques entre les deux libers.

Au même niveau déterminé, on comptera, pour fixer les idées sur l'importance relative du nombre des éléments vasculo-ligneux dans chaque nervure: 83 éléments du bois dans une des nervures latérales, 230 dans la nervure médiane.

(1) A un niveau précis, on trouvera p. ex. 42 éléments du capuchon médian supérieur pour 34 éléments de son homologue latéral gauche.

Les capuchons sclérifiés protecteurs du liber normal sont bien développés. Le capuchon médian offre, à un niveau déterminé, par exemple, 50 éléments à contour subpolygonal, à parois bien lignifiées (presque comme les membranes ligneuses) et épaissies d'une façon marquée, à calibre variable, mais souvent relativement très grand, bien plus encore que chez les plus grands éléments du bois ou du capuchon médian supérieur.

Au même niveau précis, on trouvera 46 éléments sclérifiés au capuchon latéral gauche correspondant au capuchon médian inférieur et 69 de ces éléments pour le tissu homologue, chez la nervure latérale droite (coupe orientée comme il a déjà été défini). La plupart desdits éléments sont de beaucoup plus petit calibre (1) que leurs correspondants du tissu sclérifié médian inférieur, chez les capuchons latéraux protecteurs du liber normal des 2 nervures paires. Mais ils conservent à peu près les mêmes caractères de forme du contour, d'épaississement et lignification des parois cellulaires.

Endoderme encore assez bien indiqué autour des 3 nervures.

VII) Près de la trifurcation foliolaire, par conséquent, dans les régions les plus élevées de l'organe, il y a lieu de signaler une *régression marquée dans les capuchons sclérifiés correspondant à chacune des trois nervures*. Cette régression porte sur le nombre des éléments et leur degré de lignification qui est à peu près nul ou presque nul (tendance au retour au collenchyme ou au parenchyme collenchymateux).

Les *capuchons protecteurs du liber interne* seront réduits : à 14 éléments pour celui correspondant à la nervure médiane, à 8 et 12 respectivement pour ceux correspondant à chaque nervure latérale, à titre d'exemple, à un niveau déterminé. Ils ne contracteront plus de soudures latérales avec l'éventail ligneux qui correspond à chacun ; donc on n'observera plus d'enclave complète du liber interne entre des tissus lignifiés.

La régression est également très marquée, et même plus sensible encore, pour la nervure médiane comme pour les nervures latérales,

(1) Il y en a bien quelques-uns d'assez grand calibre, mais ce n'est pas le plus grand nombre.

chez les capuchons protecteurs du liber normal (les éléments se réduiront, par exemple, à 10, pour celui de la nervure médiane, à 15 pour celui d'une des nervures latérales). Et encore une fois, dans les 2 catégories de capuchons, la lignification de la membrane cellulaire est presque nulle.

Enfin, à signaler, que les *libers internes* des 3 nervures regagnent très sensiblement de l'étendue, aux niveaux que nous étudions.

Melilotus suaveolens D. C.

(Espèce annuelle).

STRUCTURE DE LA TIGE

Tige relativement jeune. — La coupe transversale a une forme plus ou moins elliptique. Elle a un allongement très marqué dans un certain sens. Le grand et le petit diamètre sont dans le rapport approximatif de 3 à 1. Elle présente 4 ailes arrondies assez bien marquées sur la constitution desquelles nous allons revenir.

Pour la clarté de l'exposition, appelons-les *A*, *B*, *C*, *D*, en suivant toujours le même sens (par exemple celui du cercle trigonométrique). Entre ces 4 ailes, on trouve : 2 petits côtés du périmètre épidermique, bombés à peu près en demi-cercle vers l'extérieur, reliant *A* et *B*, *C* et *D* et d'autre part, 2 grands côtés notablement plus allongés réunissant *A* à *D* et *B* à *C*; ces derniers sont assez exactement rectilignes et parallèles au diamètre d'allongement maximum de la coupe.

En outre, tout près de 2 de ces ailes, il existe un deuxième soulèvement du contour, par exemple au voisinage respectivement de *A* et de *C*, ailes opposées en diagonale. Les deux soulèvements correspondants seront situés sur un grand côté, sur *AD* et sur *BC*, en l'espèce. Appelons-les chacun respectivement *A'* et *C'*. On aura : distance $AA' = 1/4$ à $1/5$ de *AD* et de même : distance $CC' = 1/4$ à $1/5$ de *BC*.

Les soulèvements *A'* et *C'* n'ont pas la forme d'oreille des ailes *A*, *B*, *C*, *D*. Ils sont moins proéminents, leur rayon de courbure est plus long, leur convexité moins accentuée. On voit de suite que par leurs positions relatives de l'un par rapport à l'autre, la symétrie axiale de la tige est respectée. La trace de l'axe de symétrie de la tige, sur le plan de la coupe, qui est le centre de symétrie de la dite coupe, partage la distance *A' C'* en deux parties égales.

L'épiderme est constitué dans les régions interalaires par des cellules à parois tangentielles extérieures notablement épaissies (bien moins assurément que dans le fruit de *M. italica* Lamk, mais encore beaucoup). Cuticule très nette, fixant bien le vert d'iode. Les parois tangentielles intérieures sont également épaissies, mais à un moindre degré. Les éléments sont souvent subrectangulaires avec allongement tangentiel. Parfois, cependant, mais moins souvent, leur section est subcarrée.

Le *conjunctif sous-épidermique* comprend, dans sa partie proprement corticale, 5 à 8 assises entre l'épiderme et les capuchons sclérifiés, assises formées d'éléments à parois très minces et celluloses. Ces éléments sont presque tous de petite taille ; même, le plus souvent, de plus petite taille que les cellules épidermiques. La dernière assise corticale, contiguë aux bandes sclérifiées péri-cycliques qui recouvrent le liber normal, est formée de cellules à section rectangulaire assez nette, avec, pour la plupart, allongement tangentiel marqué : on aurait donc là un endoderme assez net.

La deuxième assise parenchymateuse présente un caractère hypodermique assez net sur une fraction seulement du contour, variant avec le niveau (cellules plus petites que les cellules épidermiques, parois tangentielles extérieures et intérieures un peu épaissies, section généralement subrectangulaire et allongée tangentiellement).

Dans les régions des ailes, qu'il s'agisse des oreilles *A*, *B*, *C*, *D*, ou des soulèvements *A'* et *C'*, le tissu conjonctif présente dans presque toute son étendue un caractère fortement collenchymateux. Le collenchyme intéresse toutes les assises jusqu'à l'assise préendodermique ; celle-ci ne présente souvent que 3-4 éléments collenchymateux vers le milieu de l'aile (dans quelques coupes pourtant, elle se montre collenchymateuse sur toute la largeur de l'aile). L'épiderme devient aussi très collenchymateux ; il épaissit d'une manière

très marquée ses parois tangentielles intérieures et extérieures, surtout ces dernières. La cuticule est encore plus nette, plus marquée que partout ailleurs. Les assises sous-jacentes ont leur membrane cellulaire très sensiblement épaissie, mais nettement cellulosique (fixation forte du carmin) : il s'agit bien de collenchyme.

Naturellement, étant données les formes réalisées par les ailes *ABCD* et *A'* et *C'*, on observera, en coupe transversale, une épaisseur maximum vers leur milieu et un effilement progressif vers leurs extrémités latérales du susdit collenchyme.

De fait, on peut observer dans les ailes *ABCD* comme dans *A'* et *C'*, d'une manière fort constante, 7-8 largeurs d'éléments collenchymateux, selon ladite épaisseur maximum.

La plus grande partie de la région péricyclique est occupée par des *capuchons sclérifiés*. Ce sont ceux de la structure primaire d'abord, lesquels se sont joints, fusionnés plus ou moins complètement avec de nouvelles productions semblables apparues avec les formations secondaires libéro-ligneuses. Aussi observe-t-on des bandes tangentiellles de longueur très variable, en général effilées aux deux bouts d'une manière marquée et plus épaisses vers le milieu, de forme, en général, plus ou moins régulièrement méniscoïdale ou biconvexe, en coupe transversale. Les maxima des dites bandes, comptés en largeur d'éléments, et observés vers leur centre, sont variables d'une manière marquée : 1 à 6.

Les parois cellulaires, chez ces productions sclérifiées, sont épaissies d'une manière variable, selon la bande considérée et le niveau. La section des éléments varie beaucoup aussi ; elle est tantôt fort grande, tantôt fort petite, tantôt moyenne. La lignification est tout à fait médiocre : la membrane cellulaire ne fixe le vert d'iode que de façon fort légère.

Le développement tangentiel total de tous les capuchons réunis est très considérable et intéresse la plus grande partie de celui du péricycle. Les zones de tissu mou laissées entre eux sont d'une largeur tangentielle variable, mais toujours faible.

Les formations secondaires ont déjà commencé. L'*anneau libérien* est déjà à peu près continu ; il est produit par une assise génératrice libéro-ligneuse qu'on peut observer en fonctionnement. La différenciation, d'ailleurs, du liber est encore, dans les coupes examinées, en train de s'effectuer.

Le *bois* forme une couronne ligneuse, en moyenne trois fois environ plus épaisse que les tissus extra-ligneux réunis.

On a pu observer, d'une manière à peu près certaine, 20 faisceaux ligneux de la structure primaire, réunis les uns aux autres par les formations ligneuses secondaires. Ces faisceaux se sont d'ailleurs, bien entendu, complétés eux-mêmes vers la périphérie, par des éléments secondaires. Ils comprennent 2 à 5 files radiales bien régulières renfermant des éléments vasculaires de calibre variable, mais relativement grand (observés vaisseaux annelés et spiralés) associés à des cellules ligneuses et à des éléments de soutien de calibre beaucoup plus réduit.

Des éléments métaxylémiques nombreux se différencient à la pointe des files radiales du bois desdits faisceaux et aussi vers les flancs. Ils forment des courbes remontant vers le liber ; ils engendrent ainsi vers l'extrémité médullaire du bois primaire des arceaux plus ou moins continus, à concavité extérieurement tournée selon un schéma déjà, d'ailleurs, décrit. Enclavées entre ces arceaux métaxylémiques (s'ils ne sont pas absolument continus, ils ont leurs solutions de continuité fermées par du parenchyme lignifié médullaire) et la pointe du bois primaire, on voit des plages parenchymateuses d'étendue très variable d'un faisceau à l'autre. Elles donnent naissance à des trainées radiales qui s'infiltrèrent entre les files du bois du faisceau correspondant, en remontant dans la direction du liber normal. Ce n'est qu'occasionnellement qu'on peut y rencontrer des éléments analogues à ceux du liber normal ; en thèse générale, il s'agit là d'un parenchyme à parois cellulaires minces et cellulosiques.

La *moelle* est formée de très grandes cellules dans la plus grande partie de son étendue. Elles offrent là des parois très minces et cellulosiques. Elles sont, par contre, de parois un peu plus épaisses et très nettement lignifiées, au voisinage de la pointe des faisceaux ligneux et dans les rayons médullaires primaires (où elles se présentent à la base interne de ceux-ci). Ceux-ci sont, d'autre part, envahis du côté extérieur par les éléments ligneux secondaires formés par le jeu de l'assise génératrice libéro-ligneuse.

Tige âgée. — Examinons une tige sensiblement plus âgée que la précédente, et de diamètre beaucoup plus gros.

L'épiderme offre les caractères déjà constatés tout à l'heure : paroi tangentielle extérieure épaissie, cuticule nette. Ses éléments sont presque tous à section subrectangulaire, très notablement allongée dans le sens tangentiel.

Le *tissu parenchymateux* cortical offre à peu près la même épaisseur que précédemment, une constitution et un aspect semblable. Un hypoderme est plus ou moins nettement accusé selon le niveau et la portion du contour.

Les *fibres péricycliques* affectent, en coupe transversale, des formes de groupement figurant des lentilles biconvexes ou plan convexes (dans ce cas, la concavité regarde extérieurement), ou ménischoïdales (dans ce cas, la concavité est tournée intérieurement). On observe donc des capuchons sclérifiés, de formes bien plus régulières que tout à l'heure. L'étendue tangentielle en demeure d'ailleurs fort variable. Leur épaisseur maximum est, généralement, de 4-5 largeurs d'éléments. Le calibre cellulaire est sujet à de très grandes variations : il peut être parfois très grand, ou au contraire tout petit, ou moyen avec tous les intermédiaires. L'épaississement des parois cellulaires est très marqué, beaucoup plus que chez les formations homologues de la tige précédente ; la lumière est souvent réduite, d'où aspect fibreux de l'élément dans ce cas. La lignification de la membrane reste toujours médiocre (critérium : vert d'iode).

Lesdits capuchons sclérifiés sont assez régulièrement espacés dans le sens tangentiel. Leur développement tangentiel total est moins grand que tout à l'heure quoiqu'encore très notable. Les espaces séparateurs de tissu mou sont plus développés.

Le *liber*, exempt de fibres, est toujours, ici encore, couvert directement par les capuchons sclérifiés (ceux-ci sont au nombre moyen d'une vingtaine).

Le bois est très épais (plus de la moitié du rayon de la coupe, en largeur radiale, dix fois plus environ que les tissus extra-ligneux pris ensemble).

Avant de passer à son étude, remarquons que les ailes des coupes précédentes persistent sous forme de légers bourrelets ou soulèvements, à peine sensibles, comme presque fondus avec le contour. Mais leur caractère collenchymateux persistant les individualise toujours en coupe transversale. Leur épiderme épaissit encore sa paroi tangentielle extérieure, renforce sa cuticule : les

7 ou 8 assises conjonctives sous-jacentes prennent les caractères du collenchyme, sur une longueur tangentielle qui va en décroissant vers l'intérieur.

Revenons au *bois*. Il est formé de larges vaisseaux de calibre proportionnellement très fort, la plupart disposés en files radiales de longueur variable (compté jusqu'à une dizaine d'éléments), noyés dans une masse homogène d'éléments beaucoup plus nombreux parmi lesquels des éléments de soutien à parois notablement plus épaissies et toujours bien lignifiées, des cellules ligneuses à parois relativement minces, mais encore fixant bien le vert d'iode; enfin, des éléments de rayons médullaires, c'est-à-dire de parenchyme lignifié, à parois minces, section subcarrée, ou, encore assez souvent, subrectangulaire avec allongement radial. Ces rayons médullaires secondaires ont été observés à 1-2-3 assises de cellules. Ils traversent, en général, la plus grande partie du bois, du liber au niveau des anciens faisceaux ligneux primaires.

Ces derniers sont encore bien nets, bien visibles avec leur structure décrite précédemment, notamment les arceaux métaxylémiques et les plages cellulósiques de parenchyme y incluses. Seulement ils sont refoulés très loin derrière une épaisse couche de bois secondaire qui forme la très grande majorité de la masse totale des éléments ligneux. Enfin, on retrouve encore le parenchyme lignifié médullaire vers la base des anciens rayons médullaires primaires, c'est-à-dire entre les faisceaux primaires — et également, vers la pointe de ceux-ci (1).

A part ces quelques éléments lignifiés, la plus grande partie de la moelle est toujours constituée par de grandes cellules à parois minces et cellulósiques.

STRUCTURE DU PÉTIOLE COMMUN

Nous avons pu obtenir des coupes dans une partie déjà assez élevée au-dessus de l'aisselle, où la différenciation des tissus est déjà bien indiquée.

On observe une forme trilobée, très accentuée, que nous connais-

(1) On aperçoit bien, notamment aussi, les vaisseaux primaires en files radiales bien régulières (jusqu'à une demi-douzaine d'éléments) de calibre croissant de l'intérieur vers l'extérieur de la coupe.

sons bien : le lobe médian est large, bien individualisé et les deux ailes latérales plus étroites, plus déliées que celui-ci. Le lobe médian est encore *inférieur*, la symétrie bilatérale bien accusée. La coupe montre encore 3 nervures : une médiane ou impaire traversée par le plan général de symétrie bilatérale et partagée par lui en 2 moitiés symétriques, 2 latérales ou paires, placées chacune respectivement dans une aile latérale, en positions symétriques par rapport au dit plan.

La nervure médiane, beaucoup plus développée que les autres se trouve vers la racine, la naissance, du lobe médian.

L'*épiderme* est formé de cellules à section subcarrée en général (parfois cependant subrectangulaire avec un léger allongement tangentiel). Parois tangentielles extérieures épaissies et cutinisées normalement.

Le *conjonctif mésophyllaire* est formé de cellules à parois minces, cellulósiques, calibre en général fort supérieur à celui des cellules épidermiques. Ce calibre se réduit assez sensiblement dans la région comprise entre le contour d'une aile et celui de la nervure correspondante latérale.

Il devient lacuneux à droite et à gauche du plan de symétrie bilatérale, sur deux étendues variables en forme et grandeur selon le niveau, et irrégulières, situées au-dessus de la nervure médiane, à faible distance de la face supérieure.

La *nervure médiane* débute par un capuchon sclérifié du côté *inférieur*, capuchon qui ne couvre qu'une partie du pourtour inférieur de ladite nervure. Sa forme, à convexité tournée inférieurement, est plus ou moins régulière dans les niveaux où il est bien différencié. Le calibre des éléments est très variable, leur section plus ou moins aplatie, leurs parois plus ou moins épaissies, leur lignification toujours très faible. Sur une coupe déterminée, on comptera, par exemple, 48 desdits éléments. A ce niveau précis même, on pourra constater que tout près de l'un des bords, il s'affaiblit tellement en largeur qu'il présente presque une solution de continuité. Ce capuchon sclérifié inférieur est séparé d'ailleurs du liber par des cellules conjonctives (1).

(1) Il laisse, d'ailleurs, à droite et à gauche une zone appréciable de liber normal non protégée.

Le liber et le bois de la nervure médiane forment ensemble un segment de demi-ellipse, en coupe transversale, avec un grand axe comme base, grand axe qui serait perpendiculaire au plan général de symétrie bilatérale. Bien entendu, la convexité dudit segment regarde du côté inférieur. Le liber forme une bande arquée de largeur à peu près constante.

Pour donner une idée de l'importance du bois, signalons qu'à un niveau précis, on comptera, par exemple, 74 éléments ligneux. Il a une forme bien régulière d'éventail de files radiales d'éléments vasculaires.

Supérieurement au bois, on trouve un *complexe libérien interne* formé de parenchyme collenchymateux, mêlé d'éléments cribreux analogues aux éléments du liber normal. Ce complexe, examiné en coupe transversale, constitue un amas lenticulaire, allongé tangentiellement, coupé en deux moitiés symétriques par la trace du plan général de symétrie bilatérale. Il s'infiltré, comme le liber normal d'ailleurs, entre les files radiales du bois. Les deux tissus pourront communiquer même par des anastomoses intra-ligneuses ; on comptera, par exemple, à un niveau déterminé, 4 de ces raccords anastomotiques. Enfin, on peut encore observer un raccordement du complexe libérien interne avec le liber normal, par un ou deux tractus cribreux accolés le long de l'un ou des deux flancs de l'éventail ligneux.

Dans la région du pétiole que nous examinons, nous trouvons un *capuchon sclérifié supérieur*, coiffant supérieurement ledit complexe libérien interne, mais sans le recouvrir complètement ; à droite et à gauche, deux petites portions du pourtour supérieur restent, en effet, sans protection. Le capuchon supérieur en question est très légèrement arqué, bombant du côté supérieur de l'organe. Il est coupé en deux moitiés symétriques, par la trace du plan général de symétrie bilatérale, sur la coupe transversale. A un niveau déterminé, on y comptera, par exemple, 32 éléments. Ces éléments ont une taille très variable. Elle peut être relativement grande pour un certain nombre ; elle peut atteindre, voire même dépasser les plus grands vaisseaux du bois de la nervure. D'autres, par contre, se montrent beaucoup plus petits. Le contour est subpolygonal. De plus, la paroi cellulaire est fort bien lignifiée : elle retient à peu près aussi bien le vert d'iode que celle des éléments ligneux.

Les *nervures latérales* sont beaucoup moins développées que la nervure médiane, dans la région étudiée de l'organe. En étendue, elles couvrent $1/4$, $1/5$ de ladite nervure. Elles comportent toutes deux un capuchon sclérifié homologue du capuchon sclérifié inférieur médian. Au niveau où ce dernier offrait 48 éléments, les capuchons latéraux offriront respectivement 32 et 29 éléments sclérifiés (des éléments conjonctifs s'interposent encore entre eux et le liber normal). Proportionnellement à l'étendue de la nervure, ils sont mieux développés (ils laissent toutefois à droite et à gauche une petite zone de liber non protégée). On trouve au *liber normal* une largeur égale à celle observée dans la nervure médiane ; il est donc ici proportionnellement plus développé.

Le *bois des nervures latérales* est beaucoup moins abondant que celui de la nervure médiane. Pour fixer les idées, signalons, par exemple, qu'au niveau précis où nous comptons 74 éléments ligneux dans cette dernière, les nervures latérales n'en offrent respectivement que 20 et 24.

Ce bois est disposé en files radiales, bien régulières, d'éléments vasculaires, disposées, en coupe transversale, bien symétriquement à droite et à gauche de la trace du plan de symétrie particulier à la nervure considérée. Les deux plans de symétrie des deux nervures font avec le plan général de symétrie un angle un peu plus grand que $\frac{\pi}{2}$ (les ailes sont en effet légèrement relevées du côté supérieur.)

On peut observer un *complexe libérien interne* à la base du bois de chaque nervure latérale, en position correspondante de celle du complexe homologue de la nervure (même composition : parenchyme collenchymateux et éléments cribreux). Cette formation est d'ailleurs, ici, de beaucoup plus réduite. On pourra observer 1-2 anastomoses entre elle et le liber normal à travers le bois, entre les files radiales ligneuses ; enfin un raccordement avec ledit liber par un ou par les deux flancs de l'éventail ligneux.

Il n'y a jamais de capuchon sclérifié latéral homologue du capuchon sclérifié supérieur médian.

NIVEAUX PLUS ÉLEVÉS : A des niveaux plus élevés que les précédents, à une distance de la trifurcation foliolaire plus rapprochée

que précédemment, la structure décrite plus haut est conservée dans ses grandes lignes. Les coupes présentent, pourtant, les différences suivantes sur celles que nous avons examinées :

Le *capuchon sclérifié supérieur médian* disparaît complètement, ou se réduit tout au moins à 1-2 petits éléments lignifiés témoins, situés, en coupe transversale, vers le passage de la trace du plan général de symétrie bilatérale.

Le *capuchon sclérifié inférieur médian* se réduit beaucoup. Ainsi, à un niveau déterminé, on comptera 13 éléments dans ce tissu (avec une forte solution de continuité isolant un groupe de trois de ces éléments).

Les *capuchons sclérifiés latéraux* ont une tendance bien plus faible à la régression que le médian. Toujours au même niveau précis, ils auront encore conservé respectivement 14 et 23 éléments.

STRUCTURE DU PÉTIOLULE DE LA FOLIOLE MÉDIANE

PARTIE INFÉRIEURE : Nous avons pratiqué des coupes dans les deux moitiés : inférieure et supérieure de l'organe.

Dans la partie inférieure, nous les avons obtenues cependant à partir d'un niveau où la différenciation est déjà complète entre les diverses régions de la structure anatomique.

L'*épiderme* offre des parois cellulaires tangentielles assez notablement épaissies. Les parois tangentielles intérieures se montrent épaissies également chez les cellules épidermiques, mais moins. Section desdites cellules très généralement subcarrée, beaucoup moins souvent subrectangulaire avec un certain allongement tangentiel.

Le *conjonctif mésophyllaire* est formé d'éléments à parois minces et cellulosesques, de calibre, en général, très supérieur à celui des cellules épidermiques. Ledit calibre se réduit d'une manière marquée, dans chaque aile latérale, entre le contour de l'aile et le pourtour de la nervure secondaire correspondante (comme dans le pétiole, d'ailleurs, ainsi que nous l'avons vu).

La coupe a une forme cordiforme, trilobée, nette. Un lobe médian et deux ailes latérales sont bien marquées.

On trouve encore les trois nervures : deux latérales et une

médiane, représentant le tissu vasculaire, toujours orientées conformément aux lois générales de disposition des éléments vasculaires ; nous n'avons pas à revenir là-dessus.

La *nervure médiane* se trouve vers la racine du lobe médian. Son capuchon sclérifié *inférieur* n'est que rudimentaire, très peu développé. Un niveau déterminé le montrera, par exemple, en coupe transversale, composé seulement de 8 éléments ligneux situés au voisinage du passage de la trace du plan général de symétrie bilatérale (un autre niveau montrera seulement 4 de ces éléments vers la même région). Ces éléments ont une paroi assez épaissie, un calibre moyen, une membrane très faiblement lignifiée.

Le *bois* de la nervure médiane, vu en coupe transversale, est constitué par un éventail assez régulier de files radiales ligneuses, partagé en 2 moitiés symétriques par la trace du plan général de symétrie. Au niveau précis, dont nous venons de parler, il comptera, par exemple, 31 éléments ligneux.

Le *liber normal* forme une bande arquée, à convexité inférieure comme toujours de largeur bien constante.

Un *complexe libérien interne*, formé de parenchyme plus ou moins collenchymateux et d'éléments cribreux analogues à ceux du liber normal, de forme lenticulaire, offre, en coupe transversale, un aspect général et une position à la pointe de l'éventail ligneux, du côté supérieur, déjà rencontrés dans la nervure médiane du pétiole. Les deux tissus : liber normal et ce complexe libérien, qui s'infiltrèrent entre les files radiales du bois peuvent ainsi donner 1-2 raccords anastomotiques intra-ligneux les réunissant ; présenter également un raccordement à droite et à gauche ou d'un côté seulement (par tractus cribreux au nombre de deux ou d'un seul), le long des deux flancs ou d'un seul flanc latéral de l'éventail ligneux.

Le *capuchon sclérifié supérieur* qu'on peut s'attendre à trouver au-dessus du complexe libérien interne, n'existe qu'à l'état rudimentaire. On observera, par exemple, 4 éléments sclérifiés, à parois un peu épaissies, contour subpolygonal, calibre assez réduit, membrane faiblement lignifiée, à un niveau déterminé. Ils sont groupés vers le passage de la trace du plan général de symétrie.

Les *nervures latérales* donnent lieu aux remarques suivantes :

Capuchons sclérifiés protecteurs du liber normal, beaucoup mieux développés, point rudimentaires, recouvrant tout ou presque tout le pourtour opposé au bois dudit liber. Éléments desdits capuchons, à parois notablement épaissies, contour subpolygonal, lignification sensiblement mieux marquée que chez les éléments homologues de la nervure médiane (critérium : morsure du vert d'iode sur la membrane cellulaire), quoique inférieure toujours et notablement à celle du bois (1). Comptés, par exemple, à un niveau déterminé, 34 éléments sclérifiés pour un capuchon latéral et 24 pour l'autre.

Bois : forme toujours bien régulière d'éventail de files vasculaires, coupé en deux moitiés symétriques par le plan de symétrie particulier de la nervure correspondante. Comptés par exemple, au même niveau précis, 17 éléments ligneux pour une nervure, 16 pour l'autre.

Liber normal : même largeur et forme que dans la nervure médiane, d'où proportionnellement plus important.

Un petit complexe libérien interne, homologue de celui de la nervure médiane, se trouve en position correspondante, opposé au liber normal de l'autre côté du bois (quelques éléments collenchymateux et cribreux internes). Observé 1-2 raccords anastomotiques entre ce complexe et le liber normal à travers les files ligneuses et raccordement par un flanc ou les deux flancs de l'éventail ligneux, entre ces deux tissus, à de certains niveaux (2) :-

PARTIE SUPÉRIEURE : Les coupes ont porté ensuite sur la moitié supérieure de l'organe, plus près par conséquent de la foliole médiane. A noter les points suivants :

Disparition dans la *nervure médiane* du capuchon sclérifié inférieur qui est remplacé par du collenchyme cellulosique, formé d'éléments assez nombreux, à parois notablement épaissies, mais ne présentant aucune trace de lignification (au contraire, c'est le carmin qu'elles fixent avec énergie). Ce tissu a une forme très régulière, en coupe transversale, de triangle isocèle, mais dont la base serait concave du côté *supérieur* de l'organe et se fondrait avec le contour

(1) Par réduction de la lumière, l'aspect devient fibreux chez un certain nombre d'éléments des capuchons latéraux.

(2) Les nervures latérales présentent environ la moitié de l'étendue de la médiane.

inférieur de la bande de liber normal. La pointe est tournée inférieurement; la trace du plan général de symétrie passe par elle et coupe ledit triangle collenchymateux en deux moitiés bien symétriques; elle est, d'autre part, bien nette, bien accusée. L'angle qui lui correspond est ouvert à 60° environ.

Le complexe libérien interne pousse aussi une petite pointe collenchymateuse, vers la trace du plan général de symétrie et dirigée vers le côté *supérieur* de l'organe. Nul élément lignifié ne représente plus un capuchon supérieur, même rudimentaire. Mais ladite pointe est beaucoup moins indiquée, moins accentuée que la pointe *inférieure*.

Ce complexe libérien interne se charge davantage en éléments cribreux analogues à ceux du liber normal; il devient un *liber interne* plus caractérisé.

A signaler, dans les 3 nervures, l'infiltration des deux tissus cribreux dans les files ligno-vasculaires, allant jusqu'au raccord intraligneux entre lesdites files, du complexe libérien interne et du liber normal, à de certains niveaux, par 1-2 anastomoses. Raccordement aussi par 1 ou les 2 flancs de l'éventail ligneux.

Comme toujours, bien entendu, les complexes libériens internes des *nervures latérales* existent, mais d'une manière beaucoup plus rudimentaire que dans la nervure médiane.

Dans les nervures latérales, les capuchons sclérifiés protecteurs du liber normal persistent, alors qu'au même niveau leur homologue de la nervure médiane a été remplacé par le triangle de collenchyme que l'on sait. Là, par exemple, ils comprendront 20 et 23 éléments sclérifiés, respectivement. Ils sont donc encore bien développés et recouvrent la plus grande partie du pourtour du liber opposé au bois. Ils offriront, à un niveau un peu plus élevé — autre exemple — 13 et 17 éléments. Les parois sont notablement épaissies, les calibres variables, la lignification de la membrane poussée au même degré, que dans la partie inférieure tout à l'heure examinée. Certains des dits éléments peuvent prendre l'aspect fibreux.

STRUCTURE DE L'AXE D'INFLORESCENCE

Le contour de la coupe est formé par l'alternance de 7 angles saillants et de 7 angles rentrants à sommet arrondi. On peut l'assi-

miler à celui d'un heptagone étoilé, avec assez d'exactitude. L'un des saillants est très proéminent, très allongé : par lui, au sommet, passe un plan de symétrie qui coupe en deux parties égales le fond d'un rentrant notablement plus développé que les autres et opposé audit saillant ; fond un peu rebombé vers l'extérieur au lieu d'être concave comme tous ses homologues. Le grand saillant en question est étranglé nettement à sa racine, renflé un peu au-dessus, et beaucoup plus acuminé, moins arrondi que les autres. Le plan de symétrie dont nous venons de parler laisse en positions symétriques, bien exactement par paires, les 6 autres saillants.

Épiderme. Partout formé d'éléments à section subcarrée, à parois tangentielle extérieures notablement épaissies et cutinisées ; les parois tangentielles intérieures le sont également, mais un peu moins.

Conjonctif sous-épidermique : tissu cortical et péricyclique en continuité (là où ce dernier est cellulosique, bien entendu) : 5-8 assises cellulaires ; parois minces et cellulosiques chez leurs éléments qui sont de petit calibre, en général, voisin de celui des cellules épidermiques ou souvent même plus petit, le dépassant rarement en grandeur (1).

La structure primaire est conservée. L'aspect du bois et du liber nous fait voir une disposition très régulière de ces tissus. Le bois forme un anneau ligneux continu, qui suit d'une manière exactement parallèle, à distance constante, le contour de la coupe, le reproduisant donc très fidèlement dans toutes ses sinuosités, y compris même l'étranglement présenté, on le sait, dans la région de la plus forte saillie, à la racine de celle-ci. A chaque saillant correspond un faisceau libéro-ligneux et, à chaque rentrant, un aussi. Cela fait 14 au total, bien régulièrement espacés.

Ce sont les *faisceaux libériens* les mieux distincts. Très bien individualisés, ils forment des bandes cresciformes, effilées tangentiellement, alternativement convexes ou concaves vers l'extérieur : convexes, quand ils doivent se mouler sur une sinuosité convexe de l'anneau ligneux correspondant à un saillant de la coupe ; concaves, quand ils se modèleront sur une sinuosité concave dudit anneau,

(1) Nous allons revenir tout à l'heure sur la présence du collenchyme dans le conjonctif en question.

correspondant à un rentrant de la coupe. Chacun d'eux est couvert par un capuchon de fibres péricycliques qui est à son contact direct et qui se modèle sur le liber à recouvrir : on a ainsi très généralement des formes bien régulières : méniscoïdales avec convexité externe, vis-à-vis des saillants de l'anneau ligneux et, vis-à-vis des rentrants, des formes plus variables, mais très souvent méniscoïdales ou plan-convexes, avec convexité tournée intérieurement, — ou biconvexes.

La *moelle* est entièrement lignifiée. La très grande partie en est formée par des éléments de section exactement circulaire, de calibre variable, mais toujours fort ; il y en a un certain nombre de très grands.

Dans les faisceaux ligneux, les éléments sont rangés régulièrement en files radiales. On trouve, en particulier, 2 ou 3 files radiales d'éléments vasculaires relativement gros.

Du métaxylème, vers la pointe desdits faisceaux, se différencie en courbes remontant obliquement vers le liber, courbes formant des arceaux (qui, s'ils ne sont pas continus seront complétés par des éléments parenchymateux lignifiés médullaires). Ces arceaux circonscrivent encore entre eux et la pointe du faisceau, leur correspondant respectivement, une petite plage cellulosique, uniquement formée d'ailleurs de parenchyme.

Les rayons médullaires primaires ont été envahis par du métaxylème et des éléments de tissu médullaire lignifié. En remontant vers la périphérie, les parois de ces derniers s'épaississent de plus en plus ; leur contour devient subpolygonal. Enfin, leur calibre diminue de plus en plus, si bien que, près de la limite ligno-libérienne, on trouve seulement des éléments de petit calibre et de parois fort épaisses.

COLLENCHYME : Revenons aux tissus qui précèdent extérieurement le liber. D'une manière générale, on peut observer du collenchyme dans les régions des saillants.

Ainsi, à un niveau déterminé, dans le saillant principal, sur 7 assises comprises entre le capuchon péricyclique du faisceau libéro-ligneux correspondant et la pointe dudit saillant, donc au maximum de la longueur de celui-ci (sens radial), 5 offrent un sen-

sible caractère collenchymateux ; 2 assises seulement, les plus proches du capuchon, sont restées parenchymateuses.

Les deux ailes situées à droite et à gauche du rentrant opposé au grand saillant présenteront exactement la même disposition : sur leur longueur radiale maximum, 5 assises sur 7 de collenchyme, entre le capuchon du faisceau vasculaire correspondant et la pointe de l'aile.

Les autres ailes présenteront du collenchyme seulement au voisinage plus ou moins immédiat de leur plus grand allongement, et sur une, deux, trois assises sous-épidermiques.

Ce développement de collenchyme varie d'ailleurs assez considérablement pour une aile déterminée avec le niveau.

Ainsi, par exemple, la grande aile comptera vers le maximum de son allongement, 4 assises collenchymateuses sur 7 (jusqu'au capuchon correspondant) ou seulement 3, etc... à différents niveaux.

Melilotus sulcata Desf. Fl. Atl.

(Espèce annuelle).

STRUCTURE DU PÉTIOLE COMMUN

I) Dans le tiers inférieur du pétiole commun, à un niveau où cependant la différenciation est déjà bien accentuée, on observe 5 nervures en coupe transversale (au lieu de trois que nous avions rencontrées dans le pétiole des espèces précédentes).

Ladite coupe offre des ailes latérales bien accentuées déjà et comme fondues insensiblement par leur contour avec le lobe médian. Elle présente déjà, par conséquent, une forme voisine d'une coupe de foliole.

3 des 5 nervures ont l'aspect, l'étendue et la position relative de la nervure médiane et des nervures latérales des pétioles des espèces précédemment examinées.

Pour alléger la terminologie dans la description, nous ferons les conventions suivantes :

B représentera la nervure médiane, ou impaire, correspondant au lobe médian, coupée en deux moitiés symétriques par le plan général de symétrie bilatérale.

A représentera la grande nervure latérale droite, *C* représentera la grande nervure latérale gauche (ces deux nervures étant respectivement homologues des nervures latérales droite et gauche du pétiole des espèces précédentes).

a) représentera la nervure latérale, de petite taille intermédiaire, à droite entre *A* et *B* (1).

b) représentera l'autre petite nervure latérale intermédiaire à gauche entre *B* et *C*.

Les nervures *a* et *b* sont beaucoup plus petites que les nervures *A* et *B*.

Elles n'offrent pas d'homologues dans les pétioles des espèces de *Méilots* précédemment examinées.

Dans *B*, le capuchon sclérifié supérieur (protecteur du liber interne) est relativement bien développé ; il offre l'aspect d'un triangle isocèle, bien régulier, coupé en deux moitiés symétriques par le plan général de symétrie bilatérale. A un niveau précis, on comptera, par exemple, 53 éléments lignifiés d'une manière assez marquée, variable d'ailleurs de l'un à l'autre ; la lignification restant d'ailleurs inférieure à celle des éléments ligneux (une dizaine d'éléments restés cellulodiques sont entremêlés aux autres, d'ailleurs, au niveau considéré). La base de ce triangle sclérifié serre, d'ailleurs, contre le bois, du côté inférieur, un fort mince ruban offrant l'aspect de liber interne (éléments constitutifs analogues à ceux du liber normal). Les éléments constitutifs du capuchon sclérifié supérieur de *B*, de calibre variable, ne dépassent toutefois pas, en diamètre, celui des plus grands éléments vasculaires.

Les nervures latérales *A* et *C* offrent encore un dispositif semblable, mais d'étendue plus restreinte, correspondant au capuchon

(1) Bien entendu, pour définir la droite et la gauche de l'organe, nous le supposons orienté dans sa position naturelle (ce qui est facile à obtenir, les deux faces supérieure et inférieure étant bien différenciées par suite de son aplatissement). Donc la face supérieure regardera vers le haut et le bois aussi par conséquent dans les nervures. Le liber et la face inférieure seront, au contraire, tournés vers le bas.

sclérifié supérieur de *B*. Au même niveau déterminé précité, par exemple, on trouvera respectivement 10 et 12 éléments sclérifiés dans les capuchons sclérifiés supérieurs desdites nervures latérales.

L'ensemble, de forme plus ou moins triangulaire selon le niveau, est encore partagé en deux moitiés symétriques par la trace, sur la coupe transversale, du plan de symétrie particulier à chaque nervure *A* et *C*. Entre les capuchons supérieurs *A* et *C* et les éventails ligneux correspondants, on trouve encore une très mince bande, ayant l'aspect de *liber interne*.

Les petites nervures *a* et *b* n'ont point de capuchon sclérifié

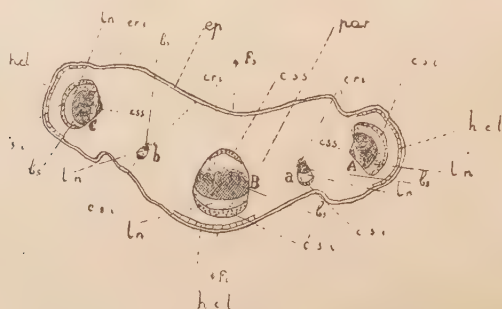


Schéma d'une coupe transversale du pétiole de *MELILOTUS SULCATA* Desf.
ep, épiderme; *hel*, hypoderme; *par*, parenchyme mésophyllaire; *bs*, bois; *ln*, liber normal; *cri*, tissu à éléments cribreux internes; *c.s.s.*, capuchons sclérifiés supérieurs; *c.s.i.*, capuchons sclérifiés inférieurs; *Fs*, face supérieure; *Fi*, face inférieure; *A. a. A. b. C.*, nervures (Cf. texte).

supérieur, mais seulement une très petite plage *libérienne interne* serrée contre la pointe supérieure du bois.

Le *bois* sera constitué encore de files radiales bien régulières d'éléments formant un éventail coupé en deux moitiés symétriques, sur la coupe transversale : pour la nervure *B*; par le plan général de symétrie bilatérale, pour les nervures *A* et *C* par les plans de symétrie particuliers à ces dernières (1).

Pour fixer les idées, au même niveau déterminé que tout à l'heure, on trouvera 212 éléments lignifiés dans l'éventail *B*, 108

(1) Pour qu'une forme suffisamment caractérisée d'éventail soit observable chez *a* et *b*, il est bien entendu qu'il faut que le bois soit composé d'un nombre point trop petit d'éléments ligneux.

dans l'éventail *C*, 101 dans l'éventail *A* ; audit niveau le bois de *b* comprendra 10 très petits éléments ; celui de *a* 42 éléments un peu plus grands, mais n'atteignant pas le calibre des plus grands de *A*, *B* et *C*.

Le *liber normal* forme des bandes de largeur à peu-près constante dans les 5 nervures *A*, *B*, *C*, *a*, *b*. (Elles se modèlent, bien entendu, sur le contour inférieur du bois). Ce qui fait, par conséquent, que pour *a* et *b*, il a un développement relatif par rapport au bois, très sensiblement plus marqué que pour les autres nervures (pour *a*, la largeur de la petite bande cribreuse normale est égale à environ la moitié de la plus grande dimension du petit massif ligneux, au niveau précis tout à l'heure cité en exemple).

Le *liber normal*, dans la région étudiée de l'organe, est protégé encore par des *capuchons sclérifiés inférieurs*, à convexité regardant, bien entendu, vers la face inférieure. Les éléments constitutifs des dits capuchons sont à parois cellulaires très mal lignifiées (très faible morsure du vert d'iode), contour subpolygonal aplati ou non ; membrane quelque peu épaissie, d'une manière variable d'ailleurs. La lumière, tantôt reste grande, vue en coupe transversale, tantôt se réduit au point de donner une section d'aspect fibreux. Le calibre est variable ; il peut atteindre celui des plus grands éléments du capuchon sclérifié supérieur chez *A*, *B*, *C*.

Dans *a* et *b*, ces éléments sclérifiés inférieurs existent également, proportionnellement bien développés, en un petit massif coiffant encore, à l'opposé du bois, le *liber normal*. Les caractères desdits éléments restent les mêmes que dans *A*, *B*, *C*, en coupe transversale ; le calibre même ne subit pas de variation sensible, en moyenne, si bien que très généralement, un diamètre au moins excède, dans leur section, le diamètre circulaire des plus grands éléments vasculo-ligneux du bois correspondant.

Ainsi, au niveau précis déjà pris en exemple, nous compterons respectivement : pour *a*, 11 éléments ; pour *b*, 15 éléments dans leurs massifs sclérifiés inférieurs. Dans *a* comme dans *b*, ces éléments sont relativement grands ; presque tous ont une dimension de section, au moins, qui surpasse le diamètre des plus grands vaisseaux du bois, conformément à ce que nous avons dit plus haut ; mais (toujours à ce niveau précis particulier) dans le massif de *b* les dits éléments sont subpolygonaux ; dans celui de *a*, la plupart sont

aplatis plus ou moins. Dans les deux petits capuchons *a* et *b*, il en est de très grands, de calibre trois et quatre fois plus ouvert, suivant une certaine dimension de la section transversale, que le calibre maximum des éléments vasculo-ligneux (une dizaine dans *b*, un dans *a*).

L'*épiderme* est formé de cellules, en général, à section subcarrée (plus rarement subrectangulaire avec allongement tangentiel). La paroi tangentielle extérieure est notablement épaissie et cutinisée ; la paroi tangentielle intérieure est aussi épaissie (mais à un moindre degré).

Le *conjonctif mésophyllaire* est formé de grandes cellules à parois minces et cellulodiques ; le calibre de ces éléments est sensiblement plus réduit dans les trois zones comprises entre les capuchons sclérifiés inférieurs de *A*, *B* et *C* d'une part, et la portion de contour épidermique correspondant à chacun d'eux. Dans ces trois régions, la première assise conjonctive sous-épidermique, formée d'éléments du même ordre de grandeur que les éléments épidermiques, a un caractère hypodermo-collenchymateux marqué.

II) Plus haut, dans le 1/3 moyen, aux niveaux de la base dudit tiers, la petite nervure *b* (gauche) disparaît. On peut saisir sa disparition à un niveau précis où il ne reste plus d'elle qu'un petit îlot libérien, tout élément ligneux ou sclérifié manquant complètement déjà.

La nervure *a* est en régression (16 éléments au capuchon inférieur sclérifié, 18 éléments dans le bois au niveau précis dont nous parlons). Le liber normal est bien développé encore (la largeur de la petite bande qu'il forme est presque égale au plus grand allongement du massif ligneux). Une petite plage de liber interne bien net à la pointe supérieure du bois est encore visible.

Les autres nervures *A*, *B*, *C* conservent leur importance et leur aspect général. À noter toutefois une régression des capuchons sclérifiés supérieurs. Ainsi au niveau déjà examiné, on notera 20 éléments sclérifiés à celui de *B*, et 8 à chacun de ceux de *A* et de *C*. Celui de *B* a une forme de croissant, il demeure toujours bien exactement impair par rapport au plan général de symétrie ; il est loin d'ailleurs de se raccorder latéralement à l'éventail ligneux. Il serre contre celui-ci une plage composée de parenchyme collenchymateux et d'éléments cribreux internes, ici, assez largement développée (plus,

et de beaucoup, que la mince bande cribreuse interne des niveaux examinés dans le tiers inférieur). — Les capuchons supérieurs sclérifiés de *A* et *C* ont la forme de simples bandes impaires par rapport aux plans de symétrie particuliers à ces deux nervures. *Libers internes A et C* à peu près aussi développés qu'aux niveaux précédents.

Les trois *capuchons sclérifiés supérieurs A, B, C*, sont formés d'éléments point aussi bien lignifiés que les éléments ligneux, mais notablement plus toutefois que les éléments sclérifiés des capuchons inférieurs.

Bien entendu, *a* n'a pas de capuchon supérieur.

Tous les autres caractères visibles aux niveaux précédents, dans la section transversale de l'organe, se retrouvent encore ici.

Un peu plus haut que le niveau précis étudié, toute trace de *b* a disparu et *a* reste seule ; il y a un hiatus entre *A* et *C*.

A des niveaux successivement plus élevés, une nervure nouvelle *b* se détache progressivement de *B* ; elle finit par se placer de nouveau à égale distance de *B* et de *C* ; à ce moment, la régression de *a* est presque complète, sa trace n'est plus indiquée encore que par un tout petit paquet libérien (immédiatement en dessous de ce niveau, on trouvait encore 6 très petits vaisseaux ligneux, 3-4 éléments cribreux internes et 16 petits éléments sclérifiés inférieurs contre le liber normal (plus grands toutefois de calibre que les éléments ligneux).

Rien à signaler de nouveau concernant *A, B, C*. En particulier, les capuchons sclérifiés supérieurs offrent toujours à peu près même aspect et importance relative que tout à l'heure.

A des niveaux un peu plus élevés que les précédents, *a* n'existe plus. La régression chez les capuchons sclérifiés supérieurs *A, B, C* marque une nouvelle accentuation. On comptera, par exemple, sur une coupe déterminée, 18 éléments pour *B* (il conserve toujours sa forme de croissant impair) (1) et il ne restera plus trace des capuchons sclérifiés supérieurs *A* et *C* ; on trouvera seulement à la pointe supérieure des éventails ligneux *A* et *C*, une plage collenchy-

(1) A ce niveau précis, la nouvelle nervure *b* compte 21 éléments ligneux et 15 éléments sclérifiés situés sous le liber normal (petit capuchon supérieur). Liber normal offrant encore une largeur presque égale au plus grand allongement du massif ligneux. Petite plage libérienne interne ; les deux libers arrivent au raccord par les flancs du bois.

mato-libérienne interne (éléments collenchymateux rassemblés surtout à l'opposé du bois).

III) Examinons à présent des coupes pratiquées vers le $\frac{1}{3}$ supérieur, donc vers la trifurcation foliolaire.

La nouvelle nervure *b* n'existe plus : elle s'est épuisée, a régressé jusqu'à zéro comme l'avait plus bas fait *a*.

En même temps, pour remplacer *a* s'est détachée une autre nervure *a* de la nervure médiane qui s'écarte progressivement de *B*, vers le milieu de l'intervalle *BA*. Puis cette nouvelle nervure *a* régressera à son tour, cependant qu'une nouvelle nervure *b* se détache progressivement à gauche de la nervure médiane *B*. A un moment donné, *a* aura disparu complètement.

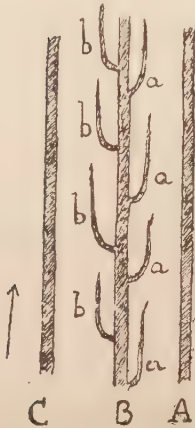


Schéma de la course longitudinale des nervures du pétiole de *MELILOTUS SULCATA* Desf. (Cf. texte.)

Les capuchons sclérifiés supérieurs sont en régression encore plus accentuée que tout à l'heure à ces niveaux supérieurs. Le seul qui persiste, d'ailleurs, est celui de la nervure médiane *B*, comme aux précédents niveaux examinés ; les autres ont disparu (chez *A* et *C*). A un niveau déterminé, ledit capuchon médian comptera, par exemple, 12 éléments sous forme d'une simple bande tangentielle impaire, la forme de croissant a à peu près complètement disparu. Les complexes

collenchymato-libériens internes restent toujours assez bien développés en *B*, *A*, *C*, comme tout à l'heure. Chez ledit capuchon supérieur médian, les éléments constitutifs n'ont ici qu'une lignification fort médiocre, à peine supérieure à celle des éléments des 3 capuchons sclérifiés inférieurs *A*, *B*, *C* qui reste toujours très faible.

Nous pouvons donc concevoir qu'il se détache alternativement à droite et à gauche de la nervure médiane *B* des nervures *a* et *b* en disposition pennée, mais en remarquant que les points d'insertion respectifs des *a* et *b* sont disposés en deux séries alternantes tout le long de *B*. Chacune des dites nervures *a* et *b*, après un certain trajet

en longueur, s'épuise, disparaît. Mais les disparitions n'ont pas lieu aux mêmes niveaux pour les *b* que pour les *a*, comme du reste les insertions sur *B*. C'est ce qui explique que certaines coupes montrent tantôt *a* et *b*, tantôt seulement *a* ou *b* (jamais toutefois les deux nervures intermédiaires ne sont simultanément absentes en coupe transversale. On a donc en section transversale, soit 4, soit 5 nervures en tout (1).

STRUCTURE DU PÉTIOLULE DE LA FOLIOLE MÉDIANE

Examinée à des niveaux où la différenciation des tissus est déjà complètement indiquée, la coupe offre une forme cordiforme déjà bien souvent rencontrée dans le pétiolule ou le pétiole commun des autres espèces examinées de *Mélilots*. Nous sommes fort loin de la forme aplatie, quasi-foliacée des sections transversales du pétiole commun du même *Melilotus sulcata* Desf.

La face supérieure est nettement creusée, à angle aigu, d'un profond sillon médian impair, par rapport au plan général de symétrie bilatérale. Les ailes latérales se fondent inférieurement avec le lobe médian, aux niveaux examinés et supérieurement forment deux petites oreilles saillantes paires, à droite et à gauche du plan général de symétrie bilatérale.

L'épiderme est formé de petites cellules à parois tangentielles extérieures, notablement épaissies et nettement cutinisées. Les parois tangentielles intérieures sont également épaissies, mais à un moindre degré. La section de ces éléments est soit subcarrée, soit subrectangulaire avec allongement tangentiel plus ou moins marqué.

Le conjonctif mésophyllaire est formé de grandes cellules (les plus grandes de toute la coupe), à parois minces et cellulosiques. Le calibre de ces éléments est plus élevé que partout ailleurs dans le triangle dont les trois sommets seraient figurés par les trois pointes des nervures. On trouve souvent, soit une, soit deux lacunes dans cet espace triangulaire, plus ou moins étendues (parfois considérablement à certains niveaux), situées soit à droite, soit à gauche, soit des deux côtés (en positions paires) du plan général de symétrie bilatérale.

(1) Dans le cas d'une seule nervure intermédiaire (*a* ou *b*), il est évident que la coupe manifeste une légère dissymétrie.

Le *tissu conducteur* comprend ici seulement trois nervures, depuis les plus bas niveaux examinés, jusqu'aux plus hauts, au voisinage de la foliole médiane. Conservant la même orientation que tout, à l'heure dans le pétiole commun (face supérieure en haut) et la même nomenclature, nous appellerons *B* la nervure médiane, *A* la nervure médiane droite, *C*, la nervure latérale gauche.

A et *C* correspondent chacune à une aile latérale. Elles sont bien exactement en position paire, par rapport au plan général de symétrie. Elles ont un plan de symétrie particulier, à peu près rectangulaire sur ce dernier, qui est en même temps le plan de symétrie de *B*. La forme générale en éventail, du *bois*, toujours constatée jusqu'à présent dans les pétiolules et pétioles de *Mélilots* est encore observable ici, dans *A*, *B*, *C*.

B offre un développement supérieur à *A* et *C*. Il est facile de s'en rendre compte, en comptant les éléments ligneux des trois éventails à un niveau précis. On trouvera, par exemple, 98 éléments dans l'éventail médian *B* et respectivement 30 et 32 éléments dans les éventails *C* et *A*.

Le *capuchon sclérifié supérieur* est très réduit. On ne le trouve que chez la nervure *B*. Il forme, aux niveaux où il est le mieux développé, un petit triangle impair (9 éléments au niveau dont nous venons de parler, 12 à un autre) constitué d'éléments de contour subpolygonal ou subcirculaire, parois moyennement épaissies et de lignification médiocre. Leur calibre ne dépasse pas celui des plus grands éléments du bois. A certains autres niveaux (plus bas que les précédents), il tend à disparaître; ainsi en descendant vers la trifurcation foliolaire, on trouvera par exemple, 8 éléments, puis 3 éléments, rassemblés d'un seul côté de la trace du plan général de symétrie (à gauche). Près de ladite trifurcation, on ne trouve plus, dans la région correspondante audit capuchon supérieur, d'éléments à parois sensiblement lignifiées.

Sous le capuchon sclérifié supérieur existe dans *B* un petit paquet collenchymato-libérien interne, le collenchyme étant rassemblé surtout à l'opposé du bois et les éléments cribreux vers la masse ligneuse (1).

(1) Le liber normal est, d'ailleurs, également bordé inférieurement de collenchyme (caractère rencontré aussi dans le pétiole).

On peut observer, à certains niveaux, des raccords anastomotiques entre ce tissu et le liber normal, à travers les files du bois ; de même il peut se raccorder le long d'un ou des deux flancs de l'éventail ligneux *B* avec ledit liber normal. Ainsi, à un niveau précis (le même où nous avons compté les éléments des trois éventails ligneux), on trouvera, chez la nervure *B*, un raccord anastomotique immiscé entre les files du bois (très court, vers une extrémité de l'éventail) et la réunion le long des deux flancs du bois des deux tissus libériens (ce dernier mode de raccordement a été observé beaucoup plus fréquemment que les anastomoses intra-ligneuses, aux différents niveaux examinés).

Les *capuchons sclérifiés inférieurs* qui protègent les 3 bandes, convexes inférieurement en arc de cercle, que constituent les trois libers normaux, ont été trouvés bien développés, en forme de croissant, à tous les niveaux examinés. Parfois l'aspect de leurs éléments constitutifs est fibreux, mais beaucoup plus souvent, la lumière est large. La section transversale desdits éléments est fort variable de calibre : chez ceux des capuchons *A* et *C*, elle est, pour le plus grand nombre, de plus faible calibre que chez ceux du capuchon *B*, et de plus, plus souvent arrondie, moins allongée. La paroi cellulaire est moyennement épaissie. La lignification de la membrane reste toujours faible.

Tout à fait à la base de l'organe, vers la région de la trifurcation, on observe un parenchyme homogène au centre duquel se trouve un cylindre central, de section bien exactement ronde. Il comprend, en coupe transversale :

1° Une couronne bien homogène d'aspect, formée de *liber* dans sa zone interne, passant périphériquement à des éléments collenchymateux, de calibre supérieur à celui des éléments cribreux, de parois très épaisses mais purement cellulósiques, pour beaucoup, de lumière réduite, d'aspect fibreux en section transversale. Cette couronne circulaire a une largeur bien constante.

2° Intérieurement à cette couronne, un *croissant ligneux* formé de files radiales ligneuses : les plus longues, qui comprennent les plus grands éléments ligneux, sont celles qui sont les plus voisines de la trace du plan général de symétrie qui coupe, en deux moitiés

très exactement symétriques, le croissant ligneux comme dans tout le cylindre central d'ailleurs. A droite et à gauche de ladite trace, la longueur des files radiales, donc l'épaisseur du bois décroît progressivement et le croissant offre une forme très régulière. Le calibre cellulaire décroît aussi en allant vers les pointes où il est tout petit, beaucoup plus réduit qu'au voisinage du plan de symétrie. Épaisseur maximum du bois observé (dans la région dudit plan) : un peu supérieure à la largeur de la couronne libéro-collenchymateuse.

Comptés à un niveau précis, 119 éléments dans ledit croissant ligneux. Celui-ci est, en somme, peu ouvert ; son ouverture représente, entre les deux cornes, $1/10$, $1/12$ de circonférence. La meilleure façon de se représenter sa forme consiste à l'assimiler, schématiquement, à l'espace compris entre deux cercles dont l'un aurait un rayon un peu inférieur à la moitié de l'autre auquel il serait tangent intérieurement.

La cavité du croissant qui est tournée *supérieurement* est complètement bourrée d'un tissu libérien (mêlé aussi de collenchyme) en continuité d'aspect, et en communication par le détroit compris entre les deux cornes, avec le tissu libéro-collenchymateux externe. Déjà ainsi, il se montre, par conséquent, du *liber interne*.

Quelques raccords anastomotiques relient les deux libers externe et interne en s'immiscant entre les files radiales du bois.

STRUCTURE DE L'AXE D'INFLORESCENCE

La coupé transversale de l'organe a la forme d'un pentagone régulier très bien dessiné.

L'*épiderme* est formé par un revêtement de cellules à section subcarrée ou subrectangulaire avec un allongement tangentiel plus ou moins marqué. Les parois tangentielles extérieures de ces éléments sont notablement épaissies et cutinisées. Les parois intérieures tangentielles sont aussi quelque peu épaissies, mais à un moindre degré. De temps en temps, on rencontre une paire de cellules ostiolaires appartenant à un stomate.

Le parenchyme sous-épidermique (cortico-péricyclique) comprend de 4-5 à une dizaine d'assises (selon qu'on considère son épaisseur entre les deux limites suivantes : au-dessus de l'épaisseur

maximum des capuchons péricycliques ou entre lesdits capuchons eux-mêmes.

Aux cinq sommets du contour pentagonal, qui sont arrondis assez courtement, l'assise sous-épidermique offre un léger caractère hypodermo-collenchymateux.

Sur les coupes examinées, on peut compter 18 *faisceaux libéro-ligneux de la structure primaire*. Tous les éléments ligneux sont coalescents en un pentagone ligneux d'épaisseur variant d'environ $1/4$ de la longueur du rayon du cercle inscrit dans le contour pentagonal épidermique, à environ la $1/2$ de cette valeur sur une même coupe. Un côté dudit pentagone ligneux peut être observé, dans les coupes examinées, avec une épaisseur maximum ; les deux côtés adjacents à celui-ci auront une épaisseur moindre ; enfin, ce sont les côtés de l'angle opposé au premier côté qui auront l'épaisseur minimum. Le contour extérieur de l'anneau pentagonal du bois-suit, très fidèlement, des directions parallèles à celles du périmètre, également pentagonal, de la coupe.

Les *faisceaux libériens* sont bien distincts et forment 13 petites bandes 4-5 fois plus allongées tangentiellement, en général, que larges radialement, séparées par de petites travées de conjonctif péricyclique.

Ces bandes sont recouvertes extérieurement de fibres péricycliques formant des *capuchons* (pour donner une idée de leur importance : comptés 48 éléments dans l'un d'eux, d'importance moyenne) dont la section est méniscoïdale (1), plan-convexe, ou biconvexe ; mais ils sont en quelque sorte exhaussés, ramassés, car leur largeur maximum tangentielle est très forte par rapport à leur plus grande hauteur radiale, pour la très grande majorité tout au moins. Parfois même, ces deux dimensions arrivent à s'égaliser à peu près.

Les éléments constitutifs de ces capuchons ont des parois très épaisses. Pour le plus grand nombre, la lumière est très réduite et l'aspect en section transversale nettement fibreux. Le calibre est assez variable (au maximum celui des cellules conjonctives, mais celui de la plupart des autres demeure au-dessous de cette limite). Les parois cellulaires sont très épaissies ; elles sont lignifiées, mais

(1) Dans le cas d'une section méniscoïdale ou plan-convexe, la convexité regarde, bien entendu, toujours vers l'extérieur.

seulement à un médiocre degré. Le contour des cellules est variable, subpolygonal, subcirculaire, ou plus ou moins aplati (très faible fixation du vert d'iode).

Les éléments des *faisceaux ligneux* sont rangés régulièrement en files radiales. On y trouve 2 ou 3 files radiales de vaisseaux du bois relativement gros, de section arrondie.

Ce qu'il y a lieu de signaler, à propos du bois, c'est sa richesse en éléments fibreux de toutes petites dimensions, pour la plupart ; caractère qui différencie l'aspect de la masse ligneuse de celui des masses ligneuses des axes d'inflorescence des autres espèces de *Mélilots* étudiées. Le calibre desdites fibres reste très généralement notablement en dessous de celui des cellules des capuchons péricycliques ; elles abondent dans toute l'épaisseur du pentagone ligneux, mais tout particulièrement dans les rayons médullaires primaires lignifiés dont elles occupent, en coupe transversale, la très grande majorité de la longueur comme de la largeur (ce qui n'empêche pas les faisceaux ligneux d'en contenir une très appréciable proportion). Elles ont une lumière réduite, des parois très épaissies et (à la différence des parois des fibres péricycliques) fortement lignifiées (parfois cependant un peu moins que les parois cellulaires des autres éléments ligneux, mais souvent aussi au même degré) (1).

Du métaxylème, vers la pointe des faisceaux ligneux, se différencie suivant des directions obliques et courbes remontant vers le liber, formant des arceaux avec, au besoin, le concours de parenchyme lignifié médullaire. Ces arceaux circonscrivent encore entre eux et la pointe du faisceau leur correspondant pour presque tous les faisceaux (elle peut manquer pour 1:2 au maximum, a-t-il été observé, à des niveaux déterminés) de très petites plages celluloso-siques, formées très généralement de parenchyme non lignifié comprenant un petit nombre d'éléments de très médiocres dimensions. Parfois — cela dépend de la plage et du niveau considéré — quelques-uns de ces éléments ont un aspect analogue à celui des éléments libériens normaux, il y aurait donc quelques éléments cribreux internes. Mais dans l'ensemble, ils sont rares, sporadiques.

La *moelle* est lignifiée sur une partie plus ou moins grande de

(1) Contour, en section transversale, subpolygonal ou subcirculaire ou souvent, encore, plus ou moins aplati.

son étendue, variable selon le niveau considéré. A certains niveaux, c'est toute son étendue qui est constituée par du parenchyme lignifié. A d'autres, il reste au centre une partie plus ou moins développée demeurée composée d'éléments cellulosiques avec un mélange en proportion variable, d'éléments lignifiés essaimés ça et là parmi eux. Lignifiés ou cellulosiques, les éléments médullaires sont à parois minces, contour exactement circulaire, très grand calibre, variable d'ailleurs : ce sont les plus grandes cellules des coupes transversales, certaines sont relativement énormes. C'est toujours la zone périphérique — sur une étendue fort variable, d'ailleurs, en largeur — qui s'est montrée constamment et entièrement lignifiée aux différents niveaux : la lignification envahit en somme plus ou moins vers le centre en partant de la périphérie ; elle peut même, avons-nous dit, intéresser toute la section transversale de la moelle.

Les parois cellulaires du parenchyme lignifié médullaire sont aussi puissamment imprégnées de lignine que celles des éléments du bois : elles fixent le vert d'iode avec la même force. Les éléments lignifiés médullaires diminuent de calibre (1) et augmentent d'épaisseur de parois vers la limite ligo-médullaire ; ils pénètrent légèrement dans la base des rayons médullaires primaires, puis très rapidement dans ces dernières régions, passent sans transition aux éléments fibreux dont il a déjà été parlé.

(1) Ce calibre demeure néanmoins encore supérieur à celui de tout élément non médullaire de la coupe.

ÉTUDES SUR LE GENRE *TRIFOLIUM*

ÉTUDE DE LA TIGE

Trifolium panormitanum Presl. (annuel).

Examinons la tige dans *une région et à un âge de plein développement*.

Les caractéristiques principales de la structure sont les suivantes :

1° *Épiderme* formé de cellules isodiamétrales à parois notablement épaissies, surtout les tangentielles extérieures.

2° On trouve, disposés en cercle, *un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux* (un nombre de l'ordre de 35) de taille différente, d'âge plus ou moins avancé.

Quelques-uns, tout jeunes, sont encore tout petits en voie de différenciation. En général, petits et grands faisceaux alternent régulièrement dans les régions où leur régularisation de grandeur ne s'est pas encore accomplie.

Ces faisceaux présentent des éléments ligneux normaux, complétés du côté de la moelle intérieurement et sur les côtés par des *formations métaxylémiques* nombreuses qui se différencient, se lignifient de l'intérieur vers l'extérieur.

On trouve, en effet, des éléments purement celluloseux, fixant le carmin, plus vers l'intérieur du faisceau que les éléments métaxylémiques déjà différenciés du côté de la moelle; ils sont donc enclavés de toute part entre des éléments lignifiés (1). Il semblerait que certains, dans quelques cas, peuvent évoluer en *liber interne ou anormal*.

(1) En effet les éléments métaxylémiques déjà différenciés vers la limite lignomédullaire forment une sorte d'arc qui se raccorde au reste du bois. C'est en somme une disposition déjà décrite par exemple à propos de la tige de *Medic. denticulata* Willd.

Les *faisceaux libériens* forment des bandes étroitement enclavées entre les éléments du bois vers le bas et sur les côtés, et un *capuchon sclérifié* dont la forme est généralement en section transversale à peu près semi-circulaire. Son épaisseur maximum est toujours très grande, souvent égale, quelquefois même supérieure au grand allongement du *faisceau ligneux* : elle comprend facilement une quinzaine (ou même plus) de *rangées cellulaires*. La limite entre le capuchon et le liber est souvent ondulée ; souvent la bande libérienne offre une forme plus ou moins régulière et plus ou moins accentuée de croissant à pointes tournées vers l'extérieur. Les capuchons sont soudés intimement par leurs bords au bois, en sorte que chaque faisceau libérien est enclavé complètement entre le massif sclérifié correspondant et le bois. Les faisceaux libéro-ligneux sont reliés les uns aux autres par une bande d'*éléments ligneux* toujours étroite, car ils sont rapprochés les uns des autres. Ces formations ligneuses ont une limite supérieure qui coïncide à peu près ou dépasse légèrement la limite supérieure du liber.

Entre les faisceaux, le parenchyme cortico-péricyclique arrive au contact direct avec ces éléments du bois interfasciculaires.

Disons encore, pour terminer, que quand ils sont bien différenciés, les éléments des capuchons protégeant extérieurement lesdits faisceaux, ont des parois assez épaisses et une section variable, mais faible ; la lumière est cependant, en général, relativement assez large ; on peut qualifier ce tissu de *sclérenchyme*.

La *moelle* est très abondante et occupe à peu près les $\frac{3}{4}$ du rayon de la coupe. Le calibre de ses cellules varie assez considérablement ; un grand nombre ont des dimensions assez considérables ; tous une forme presque exactement circulaire. Les parois sont minces et cellulósiques.

Trifolium maritimum Huds. (annuel).

La tige, à un stade correspondant, offre un schéma analogue à celui de la tige de *Trifolium panormitanum* Presl. A côté de grands faisceaux libéro-ligneux bien développés, on voit se différencier çà et là, encore dans leurs intervalles, de jeunes faisceaux (1). Les

1) Observé 13 de ces faisceaux sur une coupe déterminée. Chacun d'eux (capuchon fibreux + liber + bois), dans sa totalité, offre un développement notablement plus grand par rapport à l'ensemble des autres tissus que chez l'espèce précédente.

éléments ligneux interfasciculaires sont encore en contact avec le parenchyme cortico-péricyclique d'où, comme dans *Trifolium panormitanum* Presl. un aspect « fasciculaire » de la partie vasculaire du cylindre central, une répartition du liber en faisceaux et non en anneau plus ou moins continu. Mais ici, on en compte un nombre voisin d'une quinzaine. Les *formations métaxylémiques* sont ici encore bien représentées. On trouve encore, dans une position correspondante à celle où nous les avons vus dans les faisceaux ligneux de la tige de *Trifolium panormitanum* Presl., enclavés aussi entre des éléments ligneux déjà différenciés, des éléments petits encore celluloseux, en voie de différenciation, de lignification, vers l'état de métaxylème.

L'épiderme est formé de cellules isodiamétrales, à parois épaissies, surtout les parois extérieures.

Les *capuchons sclérifiés*, protecteurs du liber, sont ici encore très développés. Les parois cellulaires sont fort épaisses et prennent également mal le vert d'iode; la lumière est variable, l'aspect des éléments, tantôt plutôt fibreux, tantôt plutôt parenchymateux.

La moelle est formée de cellules de calibre encore assez variable; mais pour la plupart relativement grand, plus grand que chez les éléments correspondants de la tige de *Trifolium panormitanum* Presl. La section en est presque exactement circulaire.

Trifolium badium Schreb. (vivace).

Examinée à un stade correspondant aux tiges précédemment décrites de *Trifolium panormitanum* Presl. et *Trifolium maritimum* Huds., la tige offre une structure d'aspect différent; le bois forme un anneau continu.

Le liber normal forme des bandes allongées tendant à confluer et recouvertes par des *traînées de fibres ou de sclérenchyme* qui tendent, elles aussi, à se réunir (c'est un aspect en somme très voisin de l'aspect classique des tiges après l'établissement des formations secondaires). Ces bandes sclérifiées sont beaucoup moins larges que dans les espèces précédentes et, certes, leur largeur est de beaucoup inférieure à la largeur maximum des *capuchons fibreux* qui recouvrent les éléments libériens dans les cas antérieurement examinés. Leurs éléments peuvent présenter des caractères scléren-

chymateux mais aussi fibreux. Ce dernier cas, semble-t-il, se produit généralement quand ils sont entièrement différenciés (section petite, parois épaisses prenant, d'ailleurs, mal le vert d'iode, lumière restreinte). On peut trouver cependant aussi des éléments d'aspect nettement sclérenchymateux.

La limite *ligno-médullaire* est marquée, de place en place, par la présence de *petits massifs parenchymateux et cellulotiques* assez nombreux, plus ou moins allongés; dans un certain nombre, une certaine quantité de cellules paraissent bien avoir évolué en *éléments libériens anormaux* car elles offrent le même aspect que le liber normal. Elles peuvent être bordées parfois intérieurement par des massifs lignifiés métaxylémiques qui se différencient dans la zone périphérique de la moelle. L'aspect général, l'étendue, le nombre en coupe transversale, la proportion des éléments ressemblant au liber normal, chez ces massifs, varient d'un niveau à l'autre.

A certains niveaux, on peut observer des *faisceaux libéro-ligneux corticaux*, noyés au milieu du *parenchyme cortical*. Ils sont fort bien développés, présentent extérieurement un *capuchon sclérifié* qui peut offrir 5-6 assises cellulaires de largeur maximum. Il est formé d'éléments à parois épaisses, *fibreux*. Un tissu en voie de division radiale, une sorte de « *cambium* » arqué engendre vers l'extérieur, protégé par le capuchon sclérifié, des cellules qui évoluent en donnant des *éléments libériens* assez abondants et, vers l'intérieur, un tissu qui se différencie en donnant des *filles radiales de vaisseaux ligneux*.

Avant l'établissement des formations secondaires, on observe une douzaine de faisceaux libéro-ligneux en section transversale, dans le cylindre central (1).

Trifolium suffocatum L. (annuel).

Examinons la partie basilaire, rampante, d'une tige.

La section transversale est considérablement allongée dans un sens, le contour ondulé.

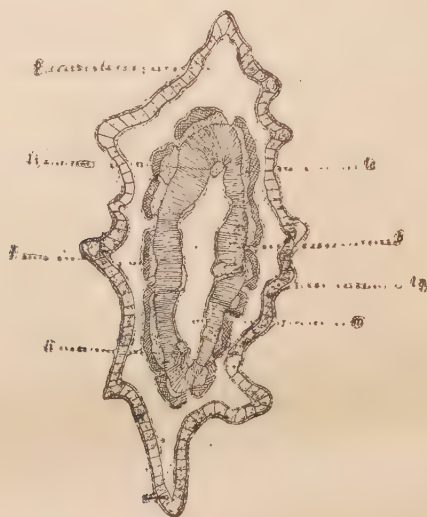
Une assise génératrice subérophellodermique a donné extérieurement du liège qui forme le revêtement externe.

(1) Une assise subéro-phellodermique peut être parfois observée commençant à engendrer du liège (coloré au vert d'iode) très près de l'épiderme.

Un conjonctif mou, *phellodermique*, au moins en partie, forme de grandes cellules à parois minces et cellulósiques et vient ensuite plus intérieurement.

Le *bois* forme un anneau allongé dans le même sens que le contour externe.

Le *liber normal* est formé par une série de groupes irréguliers d'un point à l'autre d'une même coupe, très variables d'épaisseur et de développement tangentiel. En plusieurs régions cependant,



Tige basilaire de *TRIFOLIUM SUFFOCATUM* L.

le, li, liber; m, moelle; lg, liège; b, bois; f, fibres; p, parenchyme.

l'épaisseur en est relativement considérable. Là seulement où il est assez épais, il se montre infiltré, régulièrement mais abondamment, d'un très grand nombre de *fibres sclérifiées*, à petite section, à lumière très restreinte, à parois épaisses. Il est d'ailleurs très compact; les fibres sclérifiées le parsèment dans toute son épaisseur. Extérieurement, il est recouvert par *des bandes sclérifiées* formées de fibres de même aspect que les précédentes (épaisseur de l'ordre d'une demi-douzaine d'assises en moyenne). Ces bandes ont un développement tangentiel correspondant à celui des paquets ou traînées libériennes qu'elles recouvrent.

La moelle est formée de grandes cellules conjonctives, à parois minces et cellulósiques. A la limite ligno-médullaire, il existe des massifs de tout petits éléments qui paraissent bien être constitués par du *liber interne* ou anormal, car ces éléments ressemblent beaucoup à ceux du *liber* ordinaire. *En certains points, assez nombreux d'ailleurs, des émissaires, des communications* d'importance variable en largeur et en nombre, mais qui peut être très notable, *relieut ces massifs au liber normal*. Ces communications apparaissent bien *comme formées des mêmes éléments que celui-ci*. D'ailleurs, elles varient de disposition et d'importance, je le répète, et cela aussi bien dans les diverses régions d'une même coupe qu'à des niveaux différents.

***Trifolium purpureum* Loisel** (annuel).

Examinons *une tige assez jeune* de *Trifolium purpureum* Loisel.

Son contour en coupe transversale est à peu près pentagonal. L'épiderme est formé de petites cellules à section carrée isodiamétrales.

Vient ensuite un *parenchyme cortical* formé de cellules à parois minces et cellulósiques.

Le bois forme un anneau pentagonal comme le contour de la coupe. Il comprend, en coupe transversale, 12-13 faisceaux, les uns bien différenciés et assez grands, les autres tout petits en voie de différenciation. Avec une *bande libérienne* qui lui est adjointe et un *capuchon sclérifié*, qui recouvre celle-ci, chacun d'eux forme un *faisceau libéro-ligneux* complet. Les éléments du capuchon (qui a 4-5 assises de largeur maximum lorsqu'il est le mieux développé), ont souvent un caractère fibreux (lumière très restreinte, parois très épaisses prenant mal le vert d'iode, section faible); quelquefois pourtant la lumière est plus large, l'aspect plutôt *sclérenchymateux*. Entre les faisceaux, on trouve un tissu unitif se cloisonnant activement dans le sens radial, dont les éléments, déjà lignifiés vers l'intérieur, produisent des éléments du bois dans cette direction, tandis que, vers l'extérieur, ils se différencient en éléments libériens (1). L'*assise génératrice* est donc ici bien marquée; il y a eu des formations secondaires bien caractérisées, engendrées par son jeu.

1) Ces éléments libériens tendent à former un anneau libérien. Mais celui-ci est loin d'être achevé, continu, dans les coupes observées. Les faisceaux libériens, primaires gardent toujours très nettement leur individualité.

La *moelle* est formée de cellules de grand calibre, à section circulaire, à parois minces et cellulósiques. Celles qui sont voisines de la limite ligno-médullaire sont toutefois notablement plus petites que les autres. Vers la pointe des vaisseaux du bois, de toutes petites cellules sont en voie de différenciation, de lignification pour engendrer du *métaxylème*.

La moelle offre un développement relatif très considérable ; par contre, proportionnellement aux autres tissus, l'anneau lignifié est très peu large radialement.

ÉTUDE DE LA RACINE

Examinons une racine âgée de *Trifolium lappaceum* L. (annuel), les formations secondaires y étant bien établies.

A l'extérieur, nous voyons un *liège* formé de 3-4 assises, à aspect typique : cellules rectangulaires, allongées tangentiellement, à parois minces prenant le vert d'iode, empilées régulièrement en files radiales. Elles sont produites par une *assise subéro-phellodermique* qui donne du *parenchyme phellodermique* vers l'intérieur.

Le parenchyme situé sous le liège (1) est très abondant. Sa largeur augmentée de celle du liber, n'est guère moins grande que le rayon de la couronne ligneuse. Le *liber*, bien différencié ou compact, s'y relie insensiblement par une zone de liber externe où les éléments libériens se mélangent de parenchyme. Tous les tissus proprement cellulósiques extérieurs au bois, depuis l'assise subéro-phellodermique, sont infiltrés d'un très grand nombre de *fibres* disposées irrégulièrement, à lumière très restreinte, très souvent presque punctiforme ou linéaire, à parois très épaisses retenant médiocrement le vert d'iode. On peut même en voir dans le *liber compact* en certaines régions mais, d'une manière générale, elles y sont beaucoup moins nombreuses que partout ailleurs. Leur proportion maximum se rencontre dans la région moyenne, à l'intérieur de la *zone externe* du liber.

Le *bois* se montre formé d'éléments ligneux, de calibre variable, mais en général pas très grand. Ils sont d'ailleurs les plus nombreux

(1) Ce parenchyme est — en partie tout au moins — *phellodermique* et produit vers l'intérieur par le jeu de l'assise génératrice subéro-phellodermique sous-jacente au liège et qui a engendré ce dernier tissu vers l'extérieur,

et sont mêlés d'une petite proportion seulement d'*éléments de soutien*, à section très petite, à parois très épaisses, à lumière très restreinte qui, souvent, est presque punctiforme ou linéaire.

Le *centre de l'organe* est occupé par un tout petit peu de parenchyme nettement cellulosique, mélangé à quelques éléments vasculaires ligneux.

Les *rayons médullaires* sont formés d'éléments à parois colorées en rose par le carmin, donc restées cellulosiques. Leur section est très généralement subcarrée ou subrectangulaire. On peut observer chez lesdits rayons une à 4-5 assises cellulaires de large, quelquefois même davantage. Leur largeur peut se restreindre de l'extérieur vers l'intérieur ; on peut observer, par exemple, successivement, trois, puis deux, puis une assise. Parmi ces rayons, les uns vont jusqu'au centre ; d'autres, partant soit du centre, soit de la limite ligno-libérienne, ne traversent pas le bois en entier. Un grand nombre d'entre eux se prolongent à travers le liber compact par des bandes parenchymateuses de 1-2-3 assises de large, qui sectionnent ce liber. Le nombre et la largeur des rayons médullaires varient d'ailleurs considérablement avec le niveau examiné.

Une racine de *Trifolium panormitanum* Presl., où les formations secondaires sont bien développées, montre un schéma histologique analogue. Un *liège* de même aspect, de même caractère que chez l'espèce précédente forme encore le revêtement externe ; il est engendré par une *assise génératrice subérophellodermique* visible qui produit du *phelloderme* vers l'intérieur. Le centre est occupé par un *massif ligneux* et non par du parenchyme cellulosique.

Les *rayons médullaires*, point très nombreux, sont ici formés de parenchyme lignifié (observé 1-2-3 assises de large). Ils peuvent être encore prolongés par un ruban parenchymateux (1 ou 2 assises de large) qui incise le liber et traverse tout ou seulement une partie dudit liber.

ÉTUDES SUR LE GENRE *TRIGONELLA*

Trigonella Fœnum-græcum L.

Fruit. — Nous allons examiner le *fruit*.

Nous l'observerons d'abord dans sa *partie élargie*, bien différenciée.

Le caractère le plus frappant est l'épaisseur du *parenchyme* compris entre l'épiderme externe et la couche sclérifiée interne. Elle atteint facilement une douzaine d'assises cellulaires formées de grands éléments à parois minces et cellulósiques.

On s'aperçoit immédiatement que le schéma de disposition des éléments est le même que pour les fruits de *Medicago*, d'une manière tout à fait générale.

Le *bord dorsal* montre un *fermoir* formé de 3 ou 4 assises d'*éléments sclérénchymateux* pour la très grande majorité. Ils ont une section relativement grande, des parois notablement épaissies, un contour polygonal ou subpolygonal, mais une large lumière. Par exception, quelques-uns, peu nombreux, montrent des caractères *fibreux* (section petite, parois fort épaisses, lumière restreinte).

Vers son intérieur, ce capuchon sclérifié recouvre un massif formé de parenchyme à cellules toujours à parois minces et cellulósiques, mais beaucoup plus petites que celles du conjonctif ordinaire dans lequel il est inclus avec tout le complexe de tissus de la région dorsale. C'est dans ce parenchyme que se sont différenciés 6-7-8 *petits groupes libéro-ligneux* dont les constituants, liber et bois, sont disposés comme on doit normalement s'y attendre : le bois, vers l'intérieur de la cavité ovarienne, le liber vers l'extérieur (nombre des éléments libériens et ligneux par groupe : de l'ordre de 5-6).

Le schéma est exactement le même pour les nervûres secondaires. Des capuchons, formés de *tissu sclérifié* identique à celui du

fermoir, recouvrent extérieurement des petits massifs parenchymateux, formés de petites cellules et dans lesquels, orientés comme dans la région dorsale, on trouve noyés un petit nombre d'éléments libériens et ligneux.

Dans la *région placentaire*, les bandes sclérifiées de chaque bord, bords dont la suture est bien visible, forment par leur ensemble un V dont la pointe est tournée vers l'extérieur. La largeur de chaque bande va en croissant de la pointe du V (une assise) jusqu'à l'extrémité libre de chaque bande (2-3-4 assises). Leurs éléments constitutifs sont analogues à ceux du fermoir et des nervures secondaires.

Le *parenchyme placentaire* et « le *tissu conducteur* », compris entre les branches du V, est formé de cellules beaucoup plus petites que le reste du tissu conjonctif.

Tout contre les bandes sclérifiées, on peut voir des petits groupes libéro-ligneux de même importance que ceux des nervures. On en observe 3-4 environ, correspondant à chaque bande.

La *couche sclérifiée interne* se compose d'une seule assise cellulaire; elle est donc fort peu épaisse (en certains points, mais sur une étendue toujours très faible, on peut trouver cependant 2-3 rangs cellulaires). Ses éléments scléreux sont beaucoup plus petits que ceux du fermoir et des nervures du V placentaire.

Il est assez difficile de qualifier ces éléments de « *sclérenchymateux* ou de *fibreux* » d'une façon absolue, car la lumière est variable: tantôt relativement large, tantôt restreinte. Mais les parois sont toujours épaisses. Une très large solution de continuité existe dans cette couche sclérifiée, dans la région dorsale comme dans la région placentaire.

Une assise de *parenchyme*, formée de cellules beaucoup plus petites que celles du *parenchyme extérieur* à la couche sclérifiée, court le long de celle-ci vers l'intérieur.

Enfin, vient l'*épiderme interne*, bordant la cavité ovarienne; ses parois sont minces et très généralement ses éléments sont notablement allongés dans le sens tangentiel. Quant à l'*épiderme externe* qui constitue le revêtement du fruit, ses éléments sont eux aussi pour la plupart très sensiblement allongés dans le sens tangentiel. Mais les parois tangentielles extérieures sont sensiblement épaisses et quelque peu aussi souvent les parois tangentielles intérieures.

Ajoutons encore que, dans la région placentaire, comme dans la région du fermoir, les cellules épidermiques sont, en général, de section à peu près isodiamétrale.

On sait que le fruit s'effile considérablement vers sa partie supérieure, et se prolonge par une sorte de tige cylindrique assez longue. Si l'on fait une coupe *vers le haut de la cavité ovarienne, dans la région de passage à ladite tige*, on observe les différences suivantes :

La *couche sclérifiée a disparu*. Le conjonctif formé de grandes cellules s'étend d'un épiderme à l'autre. L'épaisseur de ce conjonctif est relativement plus grande. Le nombre des nervures secondaires, en coupe transversale, est notablement moindre. La cavité ovarienne est naturellement fort réduite. D'ailleurs, nervures secondaires, fermoir et région placentaire sont constitués toujours essentiellement de la façon que nous avons décrite tout à l'heure

A des niveaux plus élevés encore, on voit toujours persister les formes et structures caractéristiques des tissus sclérifiés et vasculaires des régions dorsales et placentaires. Le nombre des nervures secondaires se réduit encore ; elles conservent cependant elles aussi l'aspect et la constitution décrits.

La cavité ovarienne devient moins large encore et commence à se fermer ; on voit apparaître 2 ou 3 tractus conjonctifs qui la divisent et sont pour ainsi dire le prélude d'une obturation totale que l'on observera dans la partie proprement tigellaire du fruit.

Trigonella astroites F. et M.

Étude du fruit. — Le fruit de *Trigonella astroites* F. et M. va nous montrer des différences assez notables avec le précédent.

Ici, le *parenchyme mou* est beaucoup moins développé relativement aux autres tissus que dans *Trigonella Fæcum-grecum* L. Par contre, la *proportion générale d'éléments sclérifiés y apparaît bien supérieure* à celle qu'on rencontre dans l'espèce précédente.

Là encore, nous trouvons des *éléments sclérifiés* recouvrant les *éléments libéro-ligneux de la région dorsale* et des *nervures secon-*

daires, mais ils ont ici une section beaucoup plus petite que chez *Trigonella Fœcum-græcum* L.; ils ont d'ailleurs des caractères nettement fibreux : lumière restreinte, souvent presque ponctiforme ou linéaire, parois fort épaisses prenant d'ailleurs médiocrement le vert d'iode.

Le *capuchon lignifié* qui constitue le *fermoir dorsal*, et surtout la *bande sclérifiée* qui se trouve à chaque *bord placentaire*, sont bien plus importants ici que dans le fruit de l'espèce précédente. Pour la bande placentaire, les plus grandes largeurs se présentent vers les deux extrémités (observé 7-8 rangs cellulaires); le milieu est plus ou moins affaibli, parfois il n'offre même que 2 assises de large.

Ce qu'il faut remarquer, c'est que les *cellules parenchymateuses* empaquetant les *éléments libéro-ligneux dorsaux et placentaires* sont de nature *collenchymateuse*; les parois sont notablement épaissies, mais cellulósiques. On peut même observer ce caractère dans des nervures secondaires.

A l'intérieur du capuchon fibreux qui constitue le fermoir, comme de chacune des branches du V sclérifié placentaire, on observe au milieu du collenchyme décrit, souvent 1, parfois 2-3 *groupes vasculaires*. Certains peuvent offrir une douzaine de vaisseaux du bois, d'autres beaucoup moins; c'est d'ailleurs fort variable.

La *couche sclérifiée interne* est formée d'éléments nettement fibreux (section faible, lumière restreinte, très souvent presque ponctiforme ou linéaire, parois épaisses). Leur aspect est à peu près le même que celui des autres éléments sclérifiés. Toutefois, d'une manière générale, le calibre cellulaire est un peu moins grand dans la couche sclérifiée interne, que dans les massifs scléreux, dorsaux et placentaires. Enfin, disons qu'on trouve le long de cette couche, une largeur variable irrégulièrement et d'une manière assez marquée sur une même coupe (2-3-4 assises, rarement une seule).

Outre la solution de continuité qu'elle présente naturellement du côté placentaire, on observe comme dans le fruit du Fœnu-grec, une *solution de continuité dans la région dorsale*. Mais ici, elle est notablement moins étendue.

Disons, pour terminer, que les cellules de l'*épiderme externe* sont allongées très notablement dans le sens tangentiel et ont leur *paroi externe considérablement épaissie*.

Trigonella cærulea L.

Étude de la tige. — Examinons la tige quelque temps après le commencement de l'établissement des formations secondaires.

Cette tige a une section elliptique. L'épiderme est formé de cellules, dont les parois tangentielles extérieures sont cutinisées et notablement épaissies. Ces cellules sont, généralement, sur la plus grande partie du contour, plus ou moins allongées tangentiellement et de section rectangulaire.

Le parenchyme cortical, qui vient ensuite, compte 6-10 (environ) assises cellulaires. Dans le bois, on reconnaît encore les faisceaux libéro-ligneux de la structure primaire reliés par les formations secondaires. Les formations métaxylémiques sont très bien développées. On voit, de place en place, vers la pointe d'un grand nombre de faisceaux, des massifs pénétrant en forme de coin dans la moelle et formés de petites cellules serrées, en train de se lignifier, de se différencier en éléments ligneux. La différenciation marche de dedans en dehors ; souvent, on peut en voir qui sont encore cellulodiques et retiennent le carmin. Leur abondance est généralement considérable ; ces massifs peuvent avoir un allongement radial à peu près égal à celui du bois qui les précède. Se reliant à ces formations, on peut en voir certaines autres, constituées aussi par des cellules parenchymateuses médullaires en voie de lignification, et qui vont ajouter de nouveaux éléments ligneux à ceux de l'anneau secondaire qui relie les faisceaux.

La plus grande partie de la moelle est formée de très grandes cellules à parois minces et cellulodiques, à contour à peu près circulaire. Celles de la zone périphérique ont un calibre inférieur aux autres.

Comme dans les genres précédemment examinés, nous trouvons des paquets d'éléments sclérifiés recouvrant le liber, et qui correspondent aux faisceaux libéro-ligneux primaires, mais il s'en différencie certainement de nouveaux, au fur et à mesure que se différencient elles-mêmes les nouvelles formations secondaires. J'ai observé toujours que leurs éléments, pour la très grande majorité, avaient un caractère sclérenchymateux et non fibreux ; les parois sont

moyennement épaisses, la section variable, mais, en moyenne, large ; la lignification des parois ne doit pas être très avancée, car le vert d'iode est médiocrement fixé par elles.

Ajoutons que, de part et d'autre du grand axe de la coupe, et symétriquement disposées deux à deux par rapport à lui, se trouvent *quatre petites expansions*. Là, le parenchyme cortical sous-jacent à l'épiderme est remplacé par un tissu cortical de caractère nettement *collenchymateux* (ce caractère est possédé d'ailleurs en cette région par l'épiderme lui-même). Les parois cellulaires sont épaisses, mais cellulósiques.

Étude de la racine. — La *structure secondaire* de la racine nous montre :

Une *assise subéro-phellodermique* nette, produisant vers l'extérieur un *liège* typique (3-4-5 assises) ; les cellules de ce tissu sont à parois minces, leur section est rectangulaire, allongée tangentiellement ; elles sont empilées régulièrement dans le sens radial.

Cette assise produit naturellement du *parenchyme phellodermique* vers l'intérieur. Dans le parenchyme sous-jacent au liège, de même que dans la zone externe ou de transition *du liber*, où les éléments proprement libériens sont mêlés de parenchyme, on observe des éléments nettement *fibreux* à parois très épaisses, à lumière très restreinte souvent presque ponctiforme ou linéaire, de calibre très petit et de membranes cellulaires très médiocrement lignifiées.

Seule, la zone de *liber compact* située tout contre le bois est exempte de ces fibres.

Le bois occupe les $\frac{4}{5}$ environ de la largeur de la coupe et jusqu'au centre. Ses éléments les plus nombreux sont les éléments de soutien, nettement *fibreux*, à très petite section (1), à parois très épaisses, à lumière presque nulle. Mais les *éléments vasculaires*, eux aussi, sont assez nombreux. Ils sont disposés plus ou moins régulièrement en files radiales. Le *centre de lignification*, suivant les niveaux examinés, tantôt coïncide avec le centre de figure, tantôt se trouve plus ou moins rejeté par côté. Ce centre de lignification

(1) Ladite section est du même ordre de grandeur que celles des éléments fibreux du liber, mais bien entendu, puisqu'il s'agit d'éléments ligneux la lignification de la paroi cellulaire est beaucoup plus avancée.

est l'aboutissant des plus longs rayons médullaires ; il est marqué par un massif formé de plusieurs éléments vasculaires.

Les rayons médullaires ont depuis une, jusqu'à 4-5 assises de large sur une même coupe. Très généralement, leurs éléments montrent une section rectangulaire, allongée radialement. Ils sont constitués par du *parenchyme lignifié* ; vues de face leurs parois cellulaires montrent sur un fond lignifié des ponctuations cellulosesques plus ou moins nettement alignées en files radiales. Les uns traversent le bois jusqu'au centre de lignification, tandis que d'autres partant de la limite ligno-libérienne s'arrêtent avant d'avoir atteint cette région. On peut observer fréquemment des *réductions du nombre d'assises* de largeur d'un même rayon médullaire en le suivant radialement *de l'extérieur vers l'intérieur*. Ainsi, on aura successivement 5, puis 4, puis 3 assises, ou deux d'abord, puis une seule, etc.

Trigonella arcuata L.

Étude du fruit. — Examinons encore le fruit de *Trigonella arcuata* L.

Ici les *éléments sclérifiés* sont très abondants — dans la région dorsale surtout — où le *fermoir* est très développé, et aussi du côté placentaire. Les branches du V placentaire vont en s'accroissant régulièrement d'épaisseur à partir de la pointe du V (de 2 à une demi-douzaine de rangées cellulaires). Les paquets scléreux des nervures secondaires sont également très développés. La proportion du tissu sclérifié est considérable, le conjonctif mou relativement point très abondant.

Le *parenchyme protégé en même temps que les éléments libéro-ligneux par les diverses masses scléreuses* est formé de cellules de calibre notablement *plus petit* que celui des éléments du reste du conjonctif (1), mais il n'offre pas de caractères collenchymateux. Les *éléments libéro-ligneux* sont assez abondants dans la région dorsale

(1) Il va sans dire qu'ici encore le conjonctif général est mou, cellulosique.

(deux petits groupes vasculaires dans la région placentaire et un groupe compact dans la région dorsale ont été observés).

Mais dans le fruit de *Trigonella arcuata* L., il faut remarquer que les parois des éléments scléreux (fermoir, V placentaire et capuchon des nervures secondaires) ne sont pas très épaisses. En somme, on ne commettrait pas une grosse erreur en les qualifiant de *parenchyme lignifié*. Leur calibre est variable, mais en général assez grand.

La *couche sclérifiée interne* a une épaisseur très généralement d'une seule assise cellulaire. Presque toutes ses cellules ont une section très aplatie ; l'axe d'allongement maximum et la lumière en sont très allongés tous deux suivant une commune direction, laquelle est orientée très uniformément dans le sens radial, d'où un aspect régulier très caractéristique. Cette lumière est souvent restreinte ; si l'on joint à cela que les parois cellulaires sont épaisses, très notablement plus épaisses que celles des autres éléments sclérifiés, on voit que l'aspect général de cette couche est en somme surtout *fibréux*.

L'*épiderme externe* est formé de cellules dont les parois extérieures sont sensiblement épaissies.

REMARQUES GÉNÉRALES - CONCLUSIONS

Nous avons étudié dans tous ses détails l'anatomie de la tige et de la racine d'un certain nombre d'espèces. Nous avons passé en revue toutes ses particularités : position, constitution et formation du *liège*, nous avons décrit les *formations subéro-phellodermiques*; les fibres qui accompagnent le *liber* et auxquelles on doit rattacher les *capuchons fibreux péricycliques* qui le recouvrent extérieurement dans la structure primaire de la tige et qui se fusionnent, plus ou moins, par la suite. Nous avons vu que dans certaines tiges grosses, âgées présentant des formations subéro-phellodermiques et dans les racines, ces fibres infiltraient puissamment le *liber* et le parenchyme qui lui est extérieur; généralement le *liber* compact en est exempt, pas toujours cependant. On a même pu voir, comme dans la tige basilaire de *Trifolium suffocatum* L., les bandes fibreuses de recouvrement du *liber* et les fibres sporadiques dispersées dans le *liber* exister simultanément. Ces sortes d'éléments sont, nous l'avons vu, un peu lignifiés, mais assurément pas beaucoup; ils fixent toujours le vert d'iode, mais médiocrement pourtant. Leur aspect est très uniforme.

Quelques fois cependant, nous avons trouvé des *éléments d'aspect sclérenchymateux* dans les groupes scléreux de recouvrement du *liber* de la tige; ils ne se montrent pas mieux lignifiés d'ailleurs que les éléments d'aspect proprement fibreux.

Le bois de la tige et de la racine a été étudié d'une manière détaillée quant à ses constituants: éléments vasculaires et de soutien, rayons médullaires.

Chez les *Ononis*, d'une manière générale, nous avons trouvé une forte proportion d'éléments de soutien fibreux dans le bois de la racine (1).

(1) A propos de la racine des *Ononis*, rappelons encore l'exception à la règle posée par Erick Petersen (« diarchen Bau » de la radicule des *Ononis*) présentée par la radicule d'*Ononis fruticosa* L.

Nous avons étudié des *anomalies de structure*, nous avons constaté la présence de *liber en position anormale*.

Nous avons été très prudent dans la diagnose de ce tissu qui est difficile. C'est par des observations nombreuses, des comparaisons soignées avec le liber normal, que nous avons procédé. Lorsque, comme dans la tige d'*O. fruticosa* L. ou de *T. suffocatum* L., la continuité de tissus existe, la diagnose est encore plus sûre et beaucoup plus aisée. Le *pétiole* a été également étudié chez *O. cenisia* L., le *pédoncule* chez *O. angustissima* Lamk., *O. cenisia* L. Nous nous rappelons que, dès la base, *avant sa géniculation*, le pédoncule d'*O. angustissima* Lam. présente le curieux aspect que montre celui d'*O. cenisia* L. *entre l'articulation et le fruit*. Des anomalies et des points particuliers de structure intéressants ont été signalés dans la racine. La stipule a été examinée chez *O. cenisia* L.

Comme le présent travail comprend une longue série de descriptions anatomiques, il nous faut renvoyer le lecteur à chaque description particulière d'espèce, pour obtenir des détails précis. Ces descriptions particulières montrent que pour les tiges des *Ononis* et des *Trifolium* examinées, il y a des variations suffisantes de composition, d'aspect anatomique d'une espèce à l'autre qui permettent, une coupe transversale étant donnée, de déterminer de suite l'espèce à laquelle elle appartient, même quand il s'agit d'espèces voisines comme *T. panormitanum* Presl. et *T. maritimum* Huds., etc. Pour les *Ononis*, j'appuierai particulièrement sur cette remarque. Quant à la racine, son aspect varie moins que celui de la tige d'une espèce à l'autre.

FRUITS DE *MEDICAGO*

Les fruits de *Medicago* fournissent encore — on a pu s'en rendre compte par le détail de leur structure anatomique — de bons éléments de délimitation des espèces.

Voici les principales conclusions, au point de vue tant de la composition des parois du fruit que de sa déhiscence auxquelles nous étions arrivés dans notre premier mémoire. Il nous semblait résulter :

1° Quant à la *structure anatomique* :

a) Que les gousses de *Medicago* possèdent toutes au bord dorsal une sorte de fermoir, formé d'une seule bande unique de fibres lignifiées. Toujours, cette bande recouvre du liber et du bois orientés comme dans tous les carpelles; le premier vers l'extérieur, le second vers l'intérieur. De plus, dans le parenchyme mou se trouvent noyées des nervures secondaires présentant la même structure: fibres externes; liber, puis bois. Il en est de même pour l'armature lignifiée du bord placentaire. Les parties fibreuses sont beaucoup plus développées que le tissu conducteur, mais l'existence de ce dernier est indéniable; il représente évidemment la vascularisation primitive de l'ovaire.

Par contre les *piquants* ne nous ont jamais montré de tissu conducteur, leur armature interne est une dépendance fibreuse, très généralement issue des fibres du fermoir et de la première nervure secondaire et dont la direction des éléments est perpendiculaire à la nervure médiane.

b) Que la direction des éléments lignifiés (avec la réserve que nous avons faite au début de cette étude particulière, pour le squelette du bord placentaire) est très généralement uniforme et parallèle à la direction de ceux du fermoir. Les nervures secondaires, comme la couche interne, ont leurs fibres orientées dans le même sens. On se rappelle pourtant l'exception que présente *M. Helix* Willd. où la couche interne est formée de deux zones, à éléments dirigés respectivement: ceux de la première, la plus externe, perpendiculairement à la nervure médiane, ceux de la seconde, parallèlement à cette même nervure.

c) Que généralement l'épiderme externe offre, en coupe transversale, ses cellules bien allongées tangentiellement, c'est-à-dire perpendiculairement aux fibres de la couche interne, sauf dans la région dorsale où leur section tend à devenir à peu près carrée. Qu'il n'est que peu ou pas épaissi (ici encore, nous avons vu la réserve qu'il y avait à faire pour la gousse de *M. Helix* Willd.).

Qu'enfin il porte souvent des *poils* qui nous ont toujours paru être *polycellulaires* et formés d'une seule file de cellules sauf chez le fruit de *M. minima* Lamk. où ils sont *monocellulaires* et chez celui de *M. lacianata* All. là où ils offrent l'aspect décrit, ainsi que chez celui de *M. ciliaris* Willd., pour certains du moins.

2° Quant à la *déhiscence* sous l'influence de la *dessiccation* du *péricarpe*.

a) Que seules quatre espèces sur dix-neuf étudiées nous ont présenté cette déhiscence : *M. Helix* Willd., *M. sativa* L., *M. leio-carpa* Benth., *M. disciformis* D. C.

b) Que si l'explication pour la première doit être cherchée dans les propriétés des fibres lignifiées, on ne peut attribuer l'ouverture des légumes des trois autres qu'à la contraction du parenchyme mou.

3° Quant à la façon dont se comporte le péricarpe au moment de la germination des graines à son intérieur.

a) Que le plus souvent assurément, suivant les conclusions de M. Joxe, la radicule, comme aussi le reste de la plantule, a montré une tendance à sortir par des zones faibles indiquées anatomiquement et homologues des lignes de déhiscence dans les fruits qui restent indéhiscents. Que la sortie s'est effectuée presque toujours par les *deux lignes dorsales situées de part et d'autre du fermoir* que, naturellement, dans les fruits déhiscents, elle a eu lieu par les lignes de déhiscence.

b) Mais que, cependant, il y a eu des exceptions encore assez fréquentes, la sortie de la radicule par perforation d'une valve s'est présentée plusieurs fois ainsi que nous l'avons vu même dans un fruit déhissant comme celui de *M. Helix* Willd. Si l'on joint à ce fait celui si remarquable de la perforation d'un tour étranger à celui dans lequel elle est née par ladite radicule, qui avait déjà traversé une valve de ce dernier, comme nous l'a montré la germination de *M. ciliaris* Willd. variété *echinus* D. C. ; si l'on tient compte que de ce que le bord dorsal a été vu plusieurs fois percé à l'emporte-pièce, il paraît nécessaire d'attribuer au moins une action initiale — tout au moins pour la plupart des cas — à une corrosion chimique produite par la radicule pour expliquer la sortie de celle-ci. L'examen des germinations intra-péricarpiennes nous a fait soupçonner un rôle analogue pour le reste de plantule, mais nous sommes ici beaucoup moins affirmatif. Nous ne nions pas l'effet de l'effort mécanique d'une manière générale, d'ailleurs ; mais nous pensons qu'en bien des cas du moins, il est insuffisant pour expliquer la

sortie de la radicule. Il est impossible d'admettre qu'un organe, aussi peu résistant, a pu traverser de part en part un tour de gousse de *M. ciliaris* Willd. qu'il a rencontré sur son chemin et qu'il aurait pu si facilement contourner?

Depuis, nous avons complété l'étude de la structure anatomique de plusieurs fruits, examiné celles de nouvelles espèces, étudié surtout un grand nombre de germinations intra-péricarpiennes nouvelles (345) ce qui nous permet d'ajouter aux conclusions précédentes, que nous maintenons intégralement, les suivantes :

1° Les gousses des nouvelles espèces examinées sont *indéhiscences par dessiccation* ; eu égard à la structure anatomique, c'est une nouvelle confirmation des règles posées par M. Leclerc du Sablon.

2° Il ne fait pas sérieusement de doute que la radicule agisse par voie chimique dans bien des cas.

Ce qui le prouve c'est, outre les exemples précédents, de nombreux exemples nouveaux décrits depuis, de nouvelles sorties à l'emporte-pièce de la radicule, même par le travers d'une valve, par une zone de résistance maximum, lors même que parfois la ligne de pseudo-déhiscence est ouverte au voisinage immédiat (voyez par exemple *M. scutellata* All., voyez aussi *M. obicularis* All., etc). Mais surtout comment nier une action corrosive de la radicule quand on la voit traverser encore une gousse étrangère à celle dans laquelle elle est née comme je l'ai relaté à propos de *M. pentacycla* D. C. ? Joint à l'exemple déjà décrit à propos de *M. echinus* D. C., cela ne pourrait laisser aucun doute à cet égard.

La cause de ces perforations ne saurait être attribuée à une action microbienne. Outre que celle-ci est très peu probable dans le temps et les conditions de la germination, elle ne saurait, en admettant même son existence, présenter sur des péricarpes lignifiés, comme ceux dont il est question, qu'une très faible importance et un effet négligeable. D'ailleurs, les gousses étudiées, à un examen minutieux, ne se révélaient nullement altérées ; leur état de conservation était très bon, leurs parois solides. Et même, si on admettait — chose qui encore une fois ne doit pas être faite — une action microbienne intense et d'effet appréciable, cela serait une bien faible objection contre la théorie de la corrosion chimique, puisque nous avons vu, dans de nombreuses germinations intra-péricarpiennes de diverses

Luzernes, la radicule négliger une voie largement ouverte pour percer la paroi du fruit à peu de distance. On ne pourrait pas non plus expliquer ainsi les sorties à l'emporte-pièce, car l'altération de la gousse se serait évidemment produite sur une large étendue et aurait été bien visible; elle n'aurait pas eu lieu juste au point nécessaire pour livrer passage à l'organe en voie de surrection. Enfin, j'insiste encore sur ce fait que la nature de ces parois se prête fort mal au développement des microorganismes.

3° Après les nombreuses nouvelles germinations effectuées, ainsi que je l'ai fait déjà remarquer pour *M. orbicularis* All., il ne semble guère moins certain que le reste de la plantule doit pouvoir agir, lui aussi, chimiquement sur le péricarpe.

Enfin, nous avons, on le sait, étudié en détail le fruit de plusieurs Trigonelles. Conformément aux règles de M. Leclerc du Sablon, l'uniformité générale de direction des éléments lignifiés permet de conclure à l'indéhiscence par voie de dessiccation.

D'autre part, l'étude que nous avons faite du fruit de *Melilotus italica* All. au point de vue de la constitution anatomique, nous a montré la très rigoureuse application desdites règles qui permettent encore de prévoir, conformément à l'expérience, l'indéhiscence proprement dite. Son ouverture, au moment de la germination, peut être prévue, ainsi que nous l'avons indiqué d'après les conclusions de M. Joxe.

L'étude de la tige de *Trigonella cerulæa* L. nous amène à remarquer des analogies de constitution avec celle de *Melilotus suaveolens* D. C. (bois primaire et secondaire de caractères histologiques semblables — complétés du côté de la moelle par du métaxylème et du parenchyme lignifié abondant — expansions collenchymateuses du contour de nombre différents d'une tige à l'autre, mais d'aspect analogue). Nous avons vu, chez la racine, la zone extérieure du liber présenter une infiltration de fibres disposées isolément ou par tout petits groupes (essaimées en quelque sorte), le bois montre beaucoup de petits éléments fibreux à côté de grands éléments vasculaires (aspect très hétérogène). Ces caractères, nous les retrouvons avec une grande constance chez la racine des espèces examinées des

autres genres de Trifoliées, qui présente donc, de l'une à l'autre, une analogie marquée d'aspect et de structure histologique.

La tige de *Medicago* nous a montré du collenchyme aux quatre angles, et même des faisceaux libéro-ligneux corticaux (chez *M. marina*). *Trifolium badium* Schreb. nous a montré aussi des faisceaux vasculaires corticaux dans sa tige.

Enfin, nous avons examiné, avec un certain détail, la structure anatomique de six espèces du genre *Melilotus* (tige, racine, pétiole, pétiolule de la foliole médiane et même fruit chez *M. italica* Lamk.). Les *pétioles* et *pétiolules* de *Melilotus* nous ont fourni un type de structure remarquablement homogène d'une espèce à l'autre, dans sa variation depuis la base jusqu'au sommet. Nous avons trouvé un schéma général, à trois nervures très fortes et parallèles qui, de bonne heure, au-dessus de l'aisselle, s'organisent, s'individualisent, et n'admettent, sur tout leur trajet, aucune dérivation, sauf cependant, on le sait, chez le pétiole de *Mel. sulcata* Desf. où, on l'a vu, la nervure médiane détachait alternativement à droite et à gauche des ramifications, d'ailleurs très peu étendues en section transversale, comparativement à celle des 3 grosses nervures (*A, B, C*).

Nous avons trouvé des particularités intéressantes de structure histologique dans ces pétioles et pétiolules (liber interne, capuchons sclérifiés inférieurs et supérieurs, lesquels tendent à régresser vers la base et vers le sommet de ces organes foliaires).

La comparaison du pétiole d'*Ononis* et de *Melilotus* montre des différences génériques, à des niveaux correspondants et notamment vers la base, qui confirment les idées de Petit sur l'importance de la structure de ces organes au point de vue de la classification (1).

Ce qui est remarquable pour la structure du *pétiolule*, c'est l'identité de schéma général, depuis la trifurcation foliolaire jusqu'à la foliole qu'elle présente avec le schéma général du pétiole. On se rappelle même qu'elle reste fidèle audit schéma dans *Mel. sulcata*, dont celle du pétiole commun s'écarte un peu comme on sait.

Les *axes d'inflorescence* que nous avons examinés chez *Melilotus*

(1) L. PETIT. Le pétiole des Dicotylédones. (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 3^e série, tome III, 1887.) Nouvelles recherches sur le pétiole des Phanérogames. (*Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, 1889.)

nous ont offert, d'une espèce à l'autre, dans leur contour, en section transversale et leurs détails anatomiques de structure, des variations intéressantes (ailes collenchymateuses, lignification plus ou moins étendue de la moelle, forme de l'anneau ligneux en correspondance avec celle du contour de la coupe transversale, nombre et disposition des faisceaux libéro-ligneux, etc.).

Les tiges de l'appareil végétatif, comparées à des stades correspondants de développement, offrent également de bonnes caractérisations spécifiques (nombre des faisceaux libéro-ligneux primaires, ailes collenchymateuses au point de vue nombre, forme, constitution).

Les racines de *Melilotus* offrent le schéma général des autres racines de Trifoliées examinées. C'est dans le détail histologique qu'on peut seulement trouver des différences spécifiques. Le bois primaire, on le sait, s'est montré formé, chaque fois qu'il a été observé, de quatre faisceaux ligneux.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
Avant-propos. Introduction	1
Etat antérieur de la question	2
Etudes sur le Genre <i>Ononis</i> .	
<i>Ononis adenotricha</i> Boiss	17
— <i>alopecuroides</i> L.	23
— <i>breviflora</i> D. C.	27
— <i>cenisia</i> L.	35
— <i>fruticosa</i> L.	53
— <i>villosissima</i> Naudin	64
Etudes complémentaires sur le Genre <i>Ononis</i>	68
Etudes sur le Genre <i>Medicago</i> .	
Nomenclature des espèces étudiées	78
Etudes sur l'appareil végétatif	79
Etude du fruit	87
Historique de la question	88
Technique employée	90
Etudes détaillées sur le fruit de plusieurs espèces	91
Etudes sur le Genre <i>Melilotus</i> .	
<i>Melilotus indica</i> All	127
— <i>macrocarpa</i> Durieu	161
— <i>italica</i> Lamk	184
— <i>speciosa</i> D. R.	205
— <i>suaveolens</i> D. C.	217
— <i>sulcata</i> Desf.	232
Etudes sur le Genre <i>Trifolium</i> .	
Etude de la tige	246
Etude de la racine	252
Etudes sur le Genre <i>Trigonella</i> .	
<i>Trigonella Fœnum-græcum</i> L.	254
— <i>astroites</i> F. et M.	256
— <i>cærulea</i> L.	258
— <i>arcuata</i> L.	260
Remarques générales. Conclusions	263

IMPRIMERIE NEMOUBIENNE, HENRI BOULLOY. — NEMOURS.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Géographie physique : L'hydrographie et le modelé des
terrains crayeux.

Zoologie : Les protozoaires ciliés.

Vu et approuvé :

Paris, le 3 Juin 1919.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

P. APPELL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. POINCARÉ.
